世界知的所有権機関
国際事務局

**PCT**

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

| (51) 国際特許分類6<br>**H04N 1/387** | **A1** | (11) 国際公開番号 **WO97/49235**<br>(43) 国際公開日 1997年12月24日(24.12.97) |
|---|---|---|

(21) 国際出願番号 PCT/JP97/00395

(22) 国際出願日 1997年2月13日(13.02.97)

(30) 優先権データ
特願平8/159330 1996年6月20日(20.06.96) JP

(71) 出願人（日本についてのみ）
日本アイ・ビー・エム株式会社(IBM JAPAN LTD.)[JP/JP]
〒106 東京都港区六本木3丁目2番12号 Tokyo, (JP)
(71) 出願人（日本を除くすべての指定国について）
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション(INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION)[US/US]
10504、ニューヨーク州 アーモンク(番地なし) New York, (US)
(72) 発明者
沼尾雅之(NUMAO, Masayuki)
清水周一(SHIMIZU, Shuichi)
森本典繁(MORIMOTO, Norishige)
小林メイ(KOBAYASHI, Mei)
〒242 神奈川県大和市下鶴間1623番地14
日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内
Kanagawa, (JP)

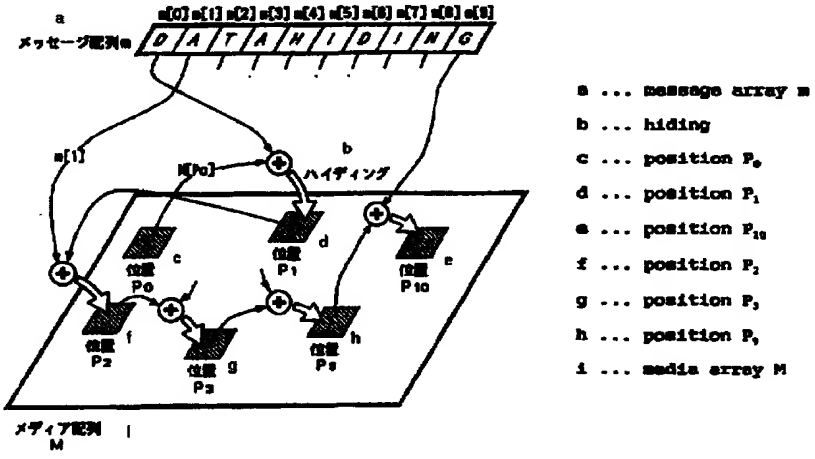
(74) 代理人
弁理士 合田 潔, 外(GODA, Kiyoshi et al.)
〒242 神奈川県大和市下鶴間1623番地14
日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内 Kanagawa, (JP)

(81) 指定国 BR, CA, CN, CZ, HU, JP, KR, PL, RU, SG, SK, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類
国際調査報告書

**(54)Title: DATA HIDING METHOD AND DATA EXTRACTING METHOD**

**(54)発明の名称** データ・ハイディング方法及びデータ抽出方法




**(57) Abstract**

A data hiding method for hiding message data in media data and a data extracting method for extracting message data hidden in the media data. In the data hiding method, the message data are dispersedly hidden in the media data so that no third person can alter the message data. Specifically, the array elements of a message array are dispersedly hidden in a media array based on a status value S designating a specific array element in the media array when the media data and message data are expressed as the media array and the message array, respectively. The hiding method includes (a) a step of determining the j-th ($j \geq 0$) status value $S_j$, (b) a step of determining the (j+1)-th status value $S_{j+1}$ based on the value $S_j$, the array element of the media array designated by the value $S_j$ and the above-mentioned array element of the message array, and (c) a step of hiding data to be hidden in the array element of the media array designated by the value $S_{j+1}$.

（５７）要約

本発明は、メディア・データ中にメッセージ・データを隠し込むデータ・ハイディング方法及び隠し込まれたデータを抽出するデータ抽出方法に係り、特に、画像や音声といったメディア・データにメッセージ・データを分散して隠し込むことで、第三者がメッセージ・データを改変することが困難なデータ・ハイディング方法を提供することである。具体的には、メディア・データがメディア配列として表現されると共に、メッセージ・データがメッセージ配列として表現されている場合に、メディア配列中の特定の配列要素を指定する状態値Ｓに基づいて、メッセージ配列の配列要素を分散してメディア配列に隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、以下のステップを有する点に特徴がある。

(a) ｊ（ｊ≧０）番目の状態値$S_j$を決定するステップ

(b) ｊ番目の状態値と、ｊ番目の状態値により指定されるメディア配列の配列要素と、前記メッセージ配列の配列要素とに基づいて、（ｊ＋１）番目の状態値$S_{j+1}$を決定するステップ

(c) （ｊ＋１）番目の状態値$S_{j+1}$が指定する前記メディア配列の配列要素に対して、ハイディング・データを隠ぺいするステップ

参考情報

ＰＣＴに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AL | アルバニア | ES | スペイン | LR | リベリア | SG | シンガポール |
| AM | アルメニア | FI | フィンランド | LS | レソト | SI | スロヴェニア |
| AT | オーストリア | FR | フランス | LT | リトアニア | SK | スロヴァキア共和国 |
| AU | オーストラリア | GA | ガボン | LU | ルクセンブルグ | SL | シエラレオネ |
| AZ | アゼルバイジャン | GB | 英国 | LV | ラトヴィア | SN | セネガル |
| BA | ボズニア・エルツェゴビナ | GE | グルジア | MC | モナコ | SZ | スワジランド |
| BB | バルバドス | GH | ガーナ | MD | モルドヴァ共和国 | TD | チャード |
| BE | ベルギー | GM | ガンビア | MG | マダガスカル | TG | トーゴ |
| BF | ブルギナ・ファソ | GN | ギニア | MK | マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 | TJ | タジキスタン |
| BG | ブルガリア | GR | ギリシャ | ML | マリ | TM | トルクメニスタン |
| BJ | ベナン | HU | ハンガリー | MN | モンゴル | TR | トルコ |
| BR | ブラジル | ID | インドネシア | MR | モーリタニア | TT | トリニダード・トバゴ |
| BY | ベラルーシ | IE | アイルランド | MW | マラウイ | UA | ウクライナ |
| CA | カナダ | IL | イスラエル | MX | メキシコ | UG | ウガンダ |
| CF | 中央アフリカ共和国 | IS | アイスランド | NE | ニジェール | US | 米国 |
| CG | コンゴー | IT | イタリア | NL | オランダ | UZ | ウズベキスタン |
| CH | スイス | JP | 日本 | NO | ノルウェー | VN | ヴィエトナム |
| CI | コート・ジボアール | KE | ケニア | NZ | ニュー・ジーランド | YU | ユーゴスラビア |
| CM | カメルーン | KG | キルギスタン | PL | ポーランド | ZW | ジンバブエ |
| CN | 中国 | KP | 朝鮮民主主義人民共和国 | PT | ポルトガル | | |
| CU | キューバ | KR | 大韓民国 | RO | ルーマニア | | |
| CZ | チェッコ共和国 | KZ | カザフスタン | RU | ロシア連邦 | | |
| DE | ドイツ | LC | セントルシア | SD | スーダン | | |
| DK | デンマーク | LI | リヒテンシュタイン | SE | スウェーデン | | |
| EE | エストニア | LK | スリランカ | | | | |

# 明 細 書

## データ・ハイディング方法及びデータ抽出方法

### [技術分野]

本発明は、メディア・データ中にメッセージ・データを隠し込むデータ・ハイディング方法及び隠し込まれたデータを抽出するデータ抽出方法に関する。

### [背景技術]

マルチメディア社会の発達により、多くのデジタル化された画像情報や音声情報がインターネット上において、またはＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ（またはＤＶＤ－ＲＡＭ）、ＤＶＣ等の記録媒体として流通されている。これらのデジタル情報は、誰もが簡単に劣化のない完全なコピーを作成することができるため、その不正な使用が問題になってきている。こうした画像データや音声データといったメディア・データを第三者が不法にコピーすることを防止するために、もとのメディア・データに作者の署名といった別の情報をメッセージ・データとして隠し込む（ハイディング）技術が注目されて始めている。デジタル化された画像データ等が違法にコピーされた場合、このコピー中に隠ぺいされた署名を確認しその出所を特定することで、それが違法な行為によるものかどうかを知ることができる。このような隠し込みの技術は、「データ・ハイディング」と呼ばれている。

図１は、ディジタル化されたデータをディスプレー上に表示した中間調画像である。同図（ａ）のデジタル化された画像であるメディア・データには同図（ｂ）に示すような「保母」、「川」、「園児」及び「鳥」

といった写真説明（メッセージ）が隠ぺいされている。メディア・データは写真などをもとに画像を細かく分割して、小さな点ごとに明るさや色彩を数値化することにより得られる。その際、画像のもとの数値を意図的に少しだけ変化させておく。数値の変化がごくわずかならば画像の乱れはほとんどないので、人間はその変化にほとんど気がつかない。この性質をうまく利用すると、もとの映像に全く別の情報（メッセージ・データ）を隠し込むことができる。この隠し込まれるメッセージ・データはどのような情報でも構わないが、例えば格子模様、定規のようなもの、または画像の製作者の署名などが挙げられる。メディア・データに隠ぺいされたメッセージ・データは特別なプログラムで処理することにより抽出することができる。従って、この抽出されたメッセージ・データに基づいてメディア・データが改ざんされていないかどうかを調べることができる。

図１（ｂ）に示した各メッセージは画像上の意味のある領域付近に隠ぺいされている。例えば、「鳥」というメッセージは画像中の鳥が存在している領域付近に隠ぺいされ、キャプション（補助的説明）としての役割を果たしている。しかしながら、所有者の情報などといったメッセージを画像中に隠ぺいするためには、そのメッセージは画像中に広く分散させることが好ましい。メッセージの量が多い場合、局所的にメッセージを隠ぺいするとその部分における画質の低下を招くからである。また、画像の一部が切り取られた場合であっても、メッセージが分散されていればそれを抽出できる可能性が高くなるからである。そのために重要なことは、分散され各メッセージ片を隠ぺいする位置をどのようにして決定するかということである。この位置の決定は状態系列Ｓに基づいて行われる。状態系列Ｓの各要素を各メッセージに対応付け、この要素に基づき決定された所定位置にそれに対応するメッセージを隠ぺいする

のである。

従来のデータ・ハイディング方法において、状態系列Sは乱数列により決定されていた。図2は、従来の方法に基づき画像上に分散されたメッセージ・データの配置を示す概略図である。図1（a）に示す画像をI個の画像領域に分割し、それぞれの画像領域に0番目から9番目まで順番に番号を付していく。次に、メッセージ・データをメッセージ配列mで表現し、その配列要素を配列値m[n]（$0 \leqq n \leqq 9$）と記述する。各配列値は分割されたメッセージ・データに対応付けられている。状態系列S中の要素に基づいて指定される画像上の位置に各メッセージを隠ぺいしていく。0番目のメッセージm[0]を隠ぺいする位置$p_0$は、以下の式で決定される。

（数式1）

状態値$S_0$＝初期値（定数）

位置$p_0 = S_0 \bmod I$

上式は、定数を初期値として状態値$S_0$に与えた後にこの状態値$S_0$に対するI（画像領域の数）の剰余が位置$p_0$であることを示している。位置$p_0$の値は、0から（I－1）の範囲のいずれかの整数値となる。この整数値を画像領域の順番に対応付けることにより、i番目の画像領域にメッセージm[0]を隠ぺいする。1番目以降のメッセージm[n]は、以下の式に基づいてその隠し込む位置$p_n$が決定される。

（数式2）

$S_n = Rnd(S_{n-1})$

$p_n = S_n \bmod I$

この式は、一つ前の状態値$S_{n-1}$を乱数の種(seed)として擬似的な乱数列を発生させ、これを次の状態値$S_n$とすることを示している。そして、この状態値$S_n$に対するIの剰余を位置$p_n$とする。この値に対応する画像領域にメッセージm[n]を隠ぺいする。

隠ぺいされたメッセージは、状態値$S_0$（初期値）を知っている者のみが読み出すことができる。メッセージを抽出する場合、この初期値に基づき状態値$S_0$に続くすべての状態値（$S_1$、・・・、$S_9$）を計算する。そして状態値に対応した位置を特定し、その位置中に隠ぺいされたメッセージを抽出する。

図2からも分かるように、n番目のメッセージm[n]を画像上に配置する位置を決めるための状態値$S_n$は状態値$S_{n-1}$にのみ依存しているので、状態値$S_{n-1}$が決まれば状態値$S_n$の値も決定される。同様に、状態値$S_{n-1}$も状態値$S_{n-2}$にのみ依存している。これを再帰的に繰り返すと、状態系列Sのすべての要素（$S_0$、$S_1$、$S_2$、・・・、$S_9$）を求めることができる。結局、状態系列Sのすべての要素は、最初に初期値として与えた定数のみに依存して決定されることが分かる。そのため、初期値が特定されれば状態系列Sを求めることができるので、分散されているメッセージのすべての位置を特定でき、かつそれらの隠ぺいされているメッセージ内容を抽出することが可能となる。

初期値が第三者に公開されている場合、または初期値を秘密にしていたにも関わらず第三者に知られてしまった場合、この第三者は初期値を用いてメッセージの配置位置を容易に特定できるため、その者がメッセージ・データを消し去さったり、別のメッセージ・データを上書きしたりするおそれが生じる。従来の方法では、第三者が本来の署名を消し去ってその著作物の出所を不明にするといった行為や、本来の署名上に別

の署名を上書きしてあたかもその者が著作者であるように振る舞う行為を有効に防止することが困難であった。

そこで、本発明の目的は、画像や音声といったメディア・データにメッセージ・データを分散して隠し込むための新規な方法を提案することである。また、本発明の別の目的は、第三者がメッセージ・データを改変することが困難なデータ・ハイディング方法を提供することである。

［発明の開示］

上記目的を解決するために、第１の発明は、メディア・データがメディア配列として表現されると共に、メッセージ・データがメッセージ配列として表現されている場合に、メディア配列中の特定の配列要素を指定する状態値Ｓに基づいて、メッセージ配列の配列要素を分散してメディア配列に隠ぺいするデータ・ハイディング方法に関するものである。第１の発明は具体的には次のステップを有している。

(a) ｊ（ｊ≧０）番目の状態値$S_j$を決定するステップ

(b) ｊ番目の状態値と、ｊ番目の状態値により指定されるメディア配列の配列要素と、前記メッセージ配列の配列要素とに基づいて、（ｊ＋１）番目の状態値$S_{j+1}$を決定するステップ

(c) （ｊ＋１）番目の状態値$S_{j+1}$が指定する前記メディア配列の配列要素に対して、ハイディング・データを隠ぺいするステップ

メッセージ配列がＪ個の配列要素を有している場合には、上記のステップ(a)乃至(c)を再帰的に実行することにより、Ｊ個の配列要素が隠ぺいされる。ここで、ｊ＝０の場合、つまり最初の状態値$S_0$は、メッセージ配列の配列要素が有するデータに基づいて、決定される。具体的に

は、最初の状態値$S_0$を決定する初期関数を用意し、メッセージ配列のすべての配列要素が有するデータに基づく値（例えば、それらのデータの排他的論理和）をこの初期関数の入力とする。そして、初期関数の出力を最初の状態値$S_0$とするのが好ましい。

上記ステップ(b)において、（ｊ＋１）番目の状態値$S_{J+1}$は、ｊ番目の状態値$S_j$と、この状態値により指定されるメディア配列の配列要素が有するデータと、メッセージ配列の配列要素が有するデータとの排他的論理和に基づき決定される。具体的には、ハイディング用位置変換関数を用意し、この排他的論理和を位置変換関数の入力とし、位置変換関数の出力を（ｊ＋１）番目の状態値$S_{j+1}$とすることが好ましい。例えば、このハイディング用位置変換関数は、公開鍵方式における秘密鍵をパラメータとした暗号化関数とすることができる。上記のハイディング・データは、ｊ番目の状態値$S_j$により指定されるメディア配列の配列要素とメッセージ配列の配列要素との排他的論理和としてもよい。

また、第２の発明は、メッセージ・データがメッセージ配列として表現され、メッセージ・データを含んだハイディング・データがハイディング配列として表現され、かつハイディング・データが分散して隠ぺいされているメディア・データがメディア配列として表現されている場合、メディア配列中の特定の配列要素を指定する状態値に基づいて、メディア配列からメッセージ配列を抽出するデータ抽出方法に関するものである。この第２の発明は以下のステップを有している。

(a) ｊ（ｊ≧１）番目の状態値$S_j$を決定するステップ

(b) ｊ番目の状態値$S_j$により指定されるメディア配列の配列要素から、ハイディング配列の配列要素を抽出するステップ

(c) ｊ番目の状態値$S_j$と、抽出されたハイディング配列の配列要素に

基づいて、（ｊ－１）番目の状態値$S_{j-1}$を決定するステップ

(d) （ｊ－１）番目の状態値$S_{j-1}$が指定するメディア配列の配列要素及び抽出されたハイディング配列の配列要素に基づいて、メッセージ配列の配列要素を抽出するステップ

上記ステップ(a)乃至(c)は、抽出終了条件が満たすまで再帰的に実行される。この条件を満たした場合、メッセージ配列のすべての配列要素が抽出されている。上記ステップ(a)において、抽出を開始する際に最初に用いる状態値$S_j$は、抽出に必要な情報として抽出者に予め与えられている。例えば、この状態値$S_j$は、メッセージ配列を隠ぺいする際に生成された最後の状態値としてもよい。上記ステップ(c)において、（ｊ－１）番目の状態値$S_{j-1}$は、ｊ番目の状態値$S_j$と、ハイディング配列の配列要素が有するデータとの排他的論理和に基づいて決定される。このハイディング配列の配列要素は、ｊ番目の状態値$S_j$により指定されるメディア配列の配列要素から抽出される。また、抽出用位置変換関数を予め用意しておき、上記ステップ(c)において、ｊ番目の状態値$S_j$と、上記のようにして抽出されたハイディング配列の配列要素が有するデータとの排他的論理和を位置変換関数の入力とし、位置変換関数の出力を（ｊ－１）番目の状態値$S_{j-1}$としてもよい。この抽出用位置変換関数は、例えば、公開鍵方式における公開鍵をパラメータとした復号化関数が挙げられる。上記ステップ(b)において、ハイディング配列の配列要素は、（ｊ－１）番目の状態値$S_{j-1}$により指定されるメディア配列の配列要素とメッセージ配列の配列要素との排他的論理和とする。

また、第３の発明は、メディア・データ中にメッセージ・データを隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、(a) メッセージ・データを隠ぺいすべき一のブロック（画像データであればピクセル・ブロック）

をメディア・データ中において特定するステップと、(b) 特定された一のブロックの特性値（例えば、画素値、輝度値、分散値等）を求めるステップと、(c) 隠ぺいすべきデータの内容を、特性値の基準を与える基準値とブロックの特性値との大小関係に対応づけた変換規則を参照して、一のブロックの特性値を操作することによりメッセージ・データを隠ぺいするステップとを有するデータ・ハイディング方法を提供する。

ここで基準値は、メディア・データ中に存在する他のブロックの特性値により与えてもよい。一のブロック及び他のブロックをメディア・データ中で特定する場合、これらのブロックでペアを構成し、それぞれのブロックの特性値を求める。そして、それぞれの特性値の大小関係を比較して、変換規則に基づいてペアを構成するそれぞれのブロックの特性値を操作（例えば特性値を入れ替える等）することにより、メッセージ・データを隠ぺいする。もし、メッセージ・データが多ビットで構成されるならば、上記のステップ(a)乃至(c)を繰り返し実行する。

第４の発明は、メッセージ・データが隠ぺいされたメディア・データ中からメッセージ・データを抽出するデータ抽出方法において、(a) メッセージ・データが隠ぺいされている一のブロックをメディア・データ中において特定するステップと、(b) 特定された一のブロックの特性値を求めるステップと、(c) 特性値の基準を与える基準値とブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を参照して、一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出するステップとを有するデータ抽出方法を提供する。

ここで、基準値はメディア・データ中に存在し、かつ一のブロックとは異なる他のブロックに関する特性値であってもよい。一のブロック及び他のブロックをメディア・データ中で特定する場合、これらのブロックでペアを構成し、それぞれのブロックの特性値を求める。そして、ペ

アを構成するそれぞれのブロックの特性値の大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を参照して、それぞれのブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出する。この変換規則は、一のブロックの特性値が他のブロックの特性値よりも大きい場合、一方のビットを抽出すると規定し、逆の場合には、他方のビットを抽出すると規定している。

第５の発明は、上述のデータ抽出方法を実現するシステムに関する。すなわち、メッセージ・データが隠ぺいされたメディア・データ中から隠ぺいされたメッセージ・データを抽出するデータ抽出システムにおいて、メッセージ・データが隠ぺいされた、アナログ信号としてのメッセージ・データをデジタル信号に変換して、出力する変換手段と、変換手段の出力としてのメディア・データ中において、メッセージ・データが隠ぺいされている一のブロックを特定する特定手段と、特定手段により特定された前記一のブロックの特性値を求める特性値計算手段と、特性値の基準を与える基準値とブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を記憶する記憶手段と、変換規則を参照して、一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出する抽出手段とを有するデータ抽出システムを提供する。

さらに、第６の発明は、上述のデータ抽出システムの機能をワンチップ化した半導体集積回路に関するものである。すなわち、メッセージ・データが隠ぺいされたメディア・データ中からメッセージ・データを抽出する半導体集積回路において、入力信号としてのメディア・データにおいて、メッセージ・データが隠ぺいされているものとして特定された一のブロックに関して特性値を求める手段と、特性値の基準を与える基準値とブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対

応づけた変換規則を参照して、前記一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出する抽出手段とを有する半導体集積回路を提供する。

[図面の簡単な説明]

図１は、ディジタル化されたデータをディスプレー上に表示した中間調画像である。

図２は、従来の方法に基づき画像上に分散されたメッセージ・データの配置を示す概略図である。

図３は、メディア配列及びメッセージ配列を説明するための図である。

図４は、ハイディング処理の対象となるメディア配列値の関係を示した概略図である。

図５は、隠ぺいされる対象を説明した概略図である。

図６は、メッセージ・データをメディア・データ中に隠ぺいする手順を示したフロー図である。

図７は、ハイディングにおける状態値$S_{j-1}$と状態値$S_j$との関係を示した関係図である。

図８は、隠ぺいされたデータからメッセージ・データ抽出する手順を示したフロー図である。

図９は、抽出における状態値$S_j$と状態値$S_{j-1}$との関係を示した関係図である。

図１０は、生成されたメッセージ配列値がメッセージの先頭であるかどうかの判定を説明するための図である。

図１１は、改変等により間違った状態系列Ｓが生成された状態を示す概念図である。

図１２は、ＰＢＣを用いたデータのハイディング及び抽出を説明するた

めの図である。

図１３は、１画素をピクセル・ブロックとした場合のＰＣＢによるハイディングを説明するための図である。

図１４は、メッセージと位置情報とをオリジナル画像中に隠ぺいすることを説明するための図である。

図１５は、同心円弧を位置情報として用いた場合の図である。

図１６は、位置情報として同心円弧を用いた場合における基準位置Ｂの特定を説明するための図である。

図１７は、同心円弧を位置情報として用いた場合のハイディング及び抽出を説明するための図である。

図１８は、放送システムにおけるブロック図である。

図１９は、インターネットにおける送信側及び受信側のブロック図である。

図２０は、サーバとクライアントのブロック図である

図２１は、フィンガー・プリンテイィング及びウォーター・マーキング用システムのブロック図である。

図２２は、データ抽出システムのブロック図である。

図２３は、データ抽出システムをワンチップ化した半導体集積回路のブロック図である。

[発明を実施するための最良の形態]

Ａ．データの定義

まず、以下の配列及び系列について定義する。

（１）メディア配列：Ｍ

（２）メッセージ配列：ｍ

（３）状態系列：Ｓ

（４）位置系列：ｐ

（１）メディア配列Ｍ

メディア・データとしては、画像データ、音声データ等が挙げられる。埋め込まれるデータであるメディア・データをメディア配列Ｍによって定義し、その配列要素であるメディア配列値Ｍ[ｉ]を以下のように表現する。

（数式３）

$$M：\{M_0、M_1、\cdots、M_i、\cdots、M_{I-1}\}\ または、$$

$$M[i]\quad 0 \leqq i \leqq I-1\quad I：メディア・データの長さ$$

例えば、メディア・データが図１（ａ）のような画像の場合、その画像は図３（ａ）に示すようにＩ個の画像領域に分割し最初の画像領域を０番目のメディア配列値Ｍ[0]とする。ｉ番目の画像領域がメディア配列値Ｍ[ｉ]となり、最後の画像領域はメディア配列値Ｍ[Ｉ-1]となる。各メディア配列値が有するデータはその配列値が対応する画像領域の画像情報である。画像情報は白黒画面ならば濃度であり、カラー画面ならば色の輝度などが挙げられる。画像領域の数が画素数と一致する場合、メディア配列値Ｍ[ｉ]はｉ番目の画素の画素値となる。画像領域が例えば３×３画素というように複数の画素で構成されている場合、画像情報はそれぞれの画素値である。メディア・データが音声の場合、メディア配列値Ｍ[ｉ]は時間ｉにおける振幅値として定義できる。なお、各配列値Ｍ[ｉ]が有するデータは$B_M$バイトの整数で表現されているものとする。

（２）メッセージ配列ｍ

メディア・データ中に埋め込まれるメッセージ・データとしては、例えば画像の作成者に関する情報、製造番号、日時、場所等の管理情報、または複写許可に関する情報などが挙げられる。メッセージ・データをメッセージ配列mによって定義し、その配列要素であるメッセージ配列値m[j]は以下のように表現する。

（数式４）

$$m : \{m_0, m_1, \cdots, m_j, \cdots, m_{J-1}\} \text{ または}$$
$$m[j] \quad 0 \leqq j \leqq J-1 \quad J : \text{メッセージ・データの長さ}$$

例えば、図３（ｂ）に示すように、「ＤＡＴＡＨＩＤＩＮＧ」という１０文字の英数字がメッセージ・データである場合、ｊ番目の英数字をメッセージ配列値m[j-1]に対応づけ、それが有する内容は対応する英数字を示すデータとする。各配列値m[j]が有するデータは$B_m$バイト（英数字の場合には１バイト）の整数をで表現されているものとする。なおこの場合、メッセージ・データの長さＪは１０となる。

（３）状態系列Ｓ

ハイディング処理を行う位置（メディア配列値）を決定するために状態系列Ｓを定義し、この系列の要素である状態値$S_j$を以下のように表現する。

（数式５）

$$S : \{S_0, S_1, \cdots, S_J\} \text{ または、}$$
$$S_j \quad 0 \leqq j \leqq J \quad J : \text{メッセージ・データの長さ}$$

この状態系列Ｓを生成するためのアルゴリズムは本実施例における重

要な点の一つである。状態系列Ｓの要素数は（Ｊ＋１）個であり、これはメッセージ配列ｍの要素数Ｊよりも１個だけ多い点に留意されたい。

（４）位置系列ｐ

位置系列ｐは、ハイディング処理を行う位置を下式から具体的に特定するためのものである。この位置系列ｐの要素である位置$p_j$は以下のように表現される。

（数式６）

$p : \{p_0, p_1, \cdots, p_J\}$ または、

$p_j \quad 0 \leqq j \leqq J$　Ｊ：メッセージ・データの長さ

$p_j = S_j \bmod I$

位置系列ｐは状態系列Ｓと同数（Ｊ＋１）の要素を有している。位置系列の要素である位置$p_j$は同じインデックス値ｊを有する状態値$S_j$に対するＩの剰余として求められる。従って、位置$p_j$が有する値は０から（Ｉ－１）の間のいずれかの整数となるので、この値に対応する画像領域をハイディング処理の対象の領域とする。Ｉは画像領域の数という定数なので、状態値$S_j$さえ定まれば位置$p_j$の値も一意に定まる。従って、ハイディング処理の対象となる位置は実質的に状態系列Ｓにより特定されている。

Ｂ．ハイディングのアルゴリズム

本実施例におけるデータ・ハイディング方法は隠ぺいされたデータを抽出するアルゴリズムと密接な関係を有している。すなわち、隠ぺいされたデータを抽出しようとする第三者が所定の情報を有していることを条件に、メッセージを見ることができる。この場合に重要なことは第三

者がメッセージを抽出する際にその改変を有効に防止することである。この点に鑑み本発明は以下のような3つの特徴に基づきデータを隠ぺいしている。

（1）メッセージの特徴に基づいて状態値$S_0$を決定

（2）メッセージ及び画像データに基づいた状態系列Sの決定

（3）隠ぺいの対象となるデータ

（1）メッセージの特徴に基づいて状態$S_0$を決定

状態系列の最初の要素である状態値$S_0$はメッセージ配列のすべての要素（m[0]、m[1]、・・・、m[9]）の排他的論理和を入力とする初期関数$f_{INI}$の出力である。状態値$S_0$及びそれに基づき定まる位置$p_0$は下式で決定される。

（数式7）

$$S_0 = f_{INI}(m[0] \text{ XOR } m[1] \text{ XOR } m[2] \text{ XOR } \cdots \text{ XOR } M[n-1])$$

$$p_0 = S_0 \bmod I$$

従来の方法では、埋め込むメッセージの内容に関わらず、ある定数を初期値として与えて最初の状態値$S_0$を決定していた。これに対して、この実施例はメッセージの内容、つまりすべてのメッセージ配列値に基づいてこの要素を決定している。図4は画像上にメッセージ・データを分散した状態を示す概略図である。最初の位置$p_0$は最初の状態値$S_0$から特定され図示のような場所になる。

最初の状態値$S_0$をメッセージ配列mの特徴から決定している点は本アルゴリズムの特徴の一つである。これにより最初の状態値の与え方を

単に複雑にするためだけではなく、第三者の不正なメッセージの上書きをも有効に防止できる。初期関数$f_{INI}$はメッセージの抽出時において終了判定のための関数としても用いられる。これにより第三者が本来のメッセージ以外のメッセージを新たに書き込むことを防止できる。

（２）メッセージ及び画像データに基づいた状態系列Ｓの決定

状態値$S_0$から次の状態値$S_1$を求める。次の状態値は以下の式により特定される。

（数式８）

$$S_1 = SK(S_0 \text{ XOR } m[0] \text{ XOR } M[p_0])$$

すなわち、次の状態値$S_1$は、現在の状態値$S_0$、この状態値が指示するメディア配列値$M[p_0]$及びメッセージ配列値$m[0]$の排他的論理和を入力とした関数ＳＫの出力として決定される。ここでメディア配列値$M[p_0]$は状態値$S_0$から計算される位置$p_0$の画像領域のことである。状態値$S_2$以降も同様であり、この関係を一般的に表すと下式のようになる。

（数式９）

$$S_{j+1} = SK(S_j \text{ XOR } m[j] \text{ XOR } M[p_j])$$

関数ＳＫは次の状態値を求めるための位置変換関数であり、現在の状態値、メッセージ配列値及びメディア配列値の排他的論理和をその入力としている。このようにして上記の計算を再帰的に実行することで順次状態値を求めていく。この状態値は（Ｊ＋１）個求める必要があるので最後の状態値は$S_J$となる。図３（ｂ）のようにメッセージ配列の要素

数が１０ならば、１１個の要素数を有する状態値を生成する。このようにして状態系列Ｓを求めることでハイディング処理の対象となるすべての画像領域を特定する。図４はハイディング処理の対象となるメディア配列値の関係を示している。

従来の位置系列が最初に与える初期値のみに依存して決定されるのに対し、本アルゴリズムにおける位置系列はメッセージ配列値及びメディア配列値をも考慮して決定されている。第三者が本来のメッセージ上に別のメッセージを上書きしようとした場合、これにより生成される状態系列が異なるので上書きは非常に困難となる。このことは第三者が画像データ自身を改変しようとした場合においても同様である。

（３）隠ぺいの対象となるデータ

図５は隠ぺいされる対象を説明した概略図である。前提としてハイディング処理の対象となる位置系列ｐが特定されているものとする。まず、位置$p_0$には如何なるデータも隠ぺいせずに隠ぺいは位置$p_1$以降の画像領域に施される。具体的には、メディア配列値とメッセージ配列値との排他的論理和結果が隠ぺいの対象となる。

まず、位置$p_0$では単にメディア配列値Ｍ[0]のみを取り出す。次に、位置$p_1$における処理として、メッセージ配列値ｍ[0]と取り出されたメディア配列値Ｍ[0]との排他的論理和を求めてこの結果を位置$p_1$に隠ぺいする。この隠ぺいにより、メディア配列値Ｍ[$p_1$]の内容が変わる。さらに、位置$p_2$における処理として、メッセージ配列値ｍ[1]と前の処理により内容が変わったメディア配列値Ｍ[1]との排他的論理和を求め、この結果を位置$p_2$に隠ぺいする。

このようなハイディング処理を位置$p_{10}$まで実行することでデータの隠ぺいが完了する。なお、位置$p_{10}$に隠ぺいされる対象はメッセージ配列値ｍ[9]と前の処理で内容が変更されたメディア配列値Ｍ[9]との排他

的論理和配列である。状態系列S及び位置系列pの要素数をメッセージ配列の要素数よりも1つ多く設けたのは、位置$p_0$だけはデータの隠ぺいが行われないからである。

本アルゴリズムにおいて、隠ぺいされたメッセージを逆に抽出する場合、一番最後のメッセージ配列値m[9]から逆順で再帰的に抽出する。本アルゴリズムで隠ぺいされる対象を、メッセージ配列とメディア配列の排他的論理和の結果としたことは、メッセージの抽出手順と密接に関係している。従って、この詳細は後述の［メッセージ・データの抽出］の欄において述べる。また、データを実際にハイディングするアルゴリズムに関しては様々な方法が考えられる。第2の実施例では、データをハイディングするアルゴリズムの一例としてPBC(Pixel Block Coding)という方法について説明する。

C．第1の実施例

以下、第1の実施例を図6の手順に従ってさらに具体的に説明する。図6はメッセージ・データをメディア・データ中にハイディングする手順を示したフロー図である。以下の説明においては、適宜、図4または図5を参照されたい。

初期状態値の計算（ステップ100）

データの隠ぺいを行うためには位置系列pを決定しなければならないが、そのためにまず最初の位置p[0]を決定する。この最初の位置p[0]は最初の状態値$S_0$を入力とした初期関数$f_{INI}$の出力として決定されるが、この変数$S_0$は以下の式で決定される。

（数式10）

$$S_0 = f_{INI}(m[0], m[1], m[2], \cdots, M[J-1])$$

$$= H1\ (m[0]//m[1]//m[2]//\cdots//M[J-1])$$

ここでＨ１はハッシュ関数である。また、演算子「//」はメッセージ配列の各要素をつなげるという意味である。この具体的な演算は、例えば配列要素が有するデータの排他的論理和であってもよい。但し、排他的論理和とした場合にはメッセージ配列値の順序は計算結果に反映されない。つまり、図３（ｂ）の「ＤＡＴＡＨＩＤＩＮＧ］と［ＴＡＤＡＨＩＤＩＮＧ］とは同じ値となる。そこで例えば、ＣＲＣ(Cyclic Redundancy Check)という方法を用いればこの順序関係を反映することができる。このアルゴリズムはチェックサムを計算するためのアルゴリズムの一つで、データ列の内容及びデータ列の順序に依存した出力を生成する。

このハッシュ関数Ｈ１は、バイト長が$B_m$バイトである入力（配列値ｍ[i]）に対して、それと異なるバイト長Ｋの出力（ハッシュ値）を求める関数である。この関数は一方向関数であるから、Ｈ(x)＝yにおいてyからxを推定することは事実上不可能である。

このＫバイトのハッシュ値をデータ・ハイディングを実行する際の初期値$S_0$として用いる。ハッシュ値はデータ・ハイディングの際に単に初期値として用いられるものであり、異なる入力に対して異なる出力が事実上保証されていれさえすればよい。従って、ハッシュ値の値自身には特別な意味はない。重要なことは、その演算により配列の特徴を示す値を出力すること、つまり配列要素全体の内容に基づいてハッシュ値が一意に定まりかつその値が配列全体の内容により異なることであるということに留意されたい。

メッセージ・データが図３（ｂ）に示した「ＤＡＴＡＨＩＤＩＮＧ」の場合、すべての英数字を示すデータ（配列値ｍ[i]が有するデータ）

の排他的論理和に対するハッシュ関数Ｈ１の出力が状態値$S_0$となる。この状態値$S_0$に対するＩ（画像領域の数）の剰余が位置$p_0$となる。これにより初期状態値として状態値$S_0$及び位置$p_0$が得られた。

画素値の抽出（ステップ２００）

ステップ１００で得られた位置$p_0$の値に対応する画像領域が有する画像情報を求める。例えば位置$p_0=i$ならばメディア配列値Ｍ[ｉ]である。このデータは$B_M$バイトの整数で表現されている。

次状態の計算（ステップ３００）

ステップ１００で求めた状態値$S_0$の他に、メッセージ配列値ｍ[0]及びこの状態値$S_0$から特定されるメディア配列値Ｍ[$p_0$]から次の状態値$S_1$を決定する。状態値$S_1$は以下の式で求められる。

（数式１１）

$$S_1 = SK(S_0 \text{ XOR } m[0] \text{ XOR } M[P_0])$$

（但し、XORは排他的論理和演算）

つまり、状態値$S_0$、メッセージ配列値ｍ[0]及びメディア配列値Ｍ[$P_0$]の排他的論理和を求め、この結果を関数ＳＫの入力とする。そして関数ＳＫの出力を次の状態値$S_1$としている。このような関数ＳＫを位置変換関数と呼び、特にメッセージ・データをメディア・データ中に隠し込むための位置変換関数ＳＫをハイディング用位置変換関数と呼ぶ。なお位置変換関数ＳＫは隠ぺいされたデータを抽出する抽出用位置変換関数ＰＫと密接な関係を有するので、この関数の詳細は後の抽出用位置変換関数の説明において詳述する。

状態値$S_2$以降も同様の手順を実行することで求めることができる。これを一般化するとｊ番目の状態値$S_j$及び位置$p_j$は以下の式で表現で

きる。

（数式１２）

$$S_j = SK\ (S_{j-1}\ XOR\ m[j-1]\ XOR\ M[p_{j-1}])$$

$$p_j = S_j \bmod I$$

（ＳＫ：ハイディング用位置変換関数）

ここで、位置$p_j$は、前の状態値$S_{j-1}$以外にも、メッセージ・データ及びメディア・データの内容に基づいて決定されている点に再度留意されたい。

ハイディング用位置変換関数ＳＫの入力として用いられる状態値$S_{j-1}$、メッセージ配列値m[j-1]及び メディア配列値$M[p_{j-1}]$が有するデータのビット長は、それぞれＫバイト、$B_m$バイト、$B_M$バイトと異なっている。ビット長が異なる入力に対して排他的論理を計算することはもちろん可能であるが、各入力が同じビット長になるように変換した上で排他的論理和を計算する方が好ましい。すべての入力のバイト長を位置状態が有するＫバイトに揃えるために以下の２つのハッシュ関数Ｈ２、Ｈ３を用いる。

Ｈ２：$B_m$ﾊﾞｲﾄの整数からＫﾊﾞｲﾄのハッシュ値を生成するハッシュ関数

Ｈ３：$B_M$ﾊﾞｲﾄの整数から$B_m$ﾊﾞｲﾄのハッシュ値を生成するハッシュ関数。

すなわち、メッセージ配列値m[j-1]に対しては、ハッシュ関数Ｈ２を用いて、この配列値が有する$B_m$バイトの整数からＫバイトのハッシュ値を生成する。また、メディア配列値$M[p_{j-1}]$に対しては配列値が

有する$B_M$バイトのビット長の整数をハッシュ関数Ｈ３を用いて、$B_m$バイトのハッシュ値に変換する。そして、さらにハッシュ関数Ｈ２を用いることによりＫバイトのハッシュ値を生成する。なお、上述した（数式７）はこのように入力がハッシュ関数で変換されている場合も含めた表現とする。

メッセージの埋め込み（ステップ４００）

メッセージ配列値m[j-1]とメディア配列値M[$p_{j-1}$]との排他的論理を求めてこの結果をハイディング配列値Mm[j-1]が有するデータとする。ステップ３００で求められた位置$p_j$にはこのハイディング配列値Mm[j-1]が有するデータが隠ぺいされる。ここでハイディング配列値Mm[j-1]とは、ハイディング配列Mmの配列要素であって次式のように定義される。

（数式１３）

Mm：｛Mm[0]、Mm[1]、･･･、Mm[j]、･･･、Mm[J-1]｝

Mm[j]＝m[j] XOR M[$p_j$]

ここで重要なことは、隠ぺいされるデータはメッセージ配列値m[j]自身ではなく、メッセージ配列値m[j]とメディア配列値M[$p_j$]との排他的論理和により生成されるハイディング配列値Mm[j]であるということである。ハイディング配列値Mm[j-1]は、関数Ｘによって位置$p_j$に隠ぺいされる。これにより、メディア配列値M[$p_j$]の有するデータが変化する。内容が変化したメディア配列値M[$p_j$]をM'[$p_j$]で表す。なお、関数Ｘの具体的な内容、つまりハイディング配列を所定の位置にどのようにして隠ぺいするかというアルゴリズムについては、その一例であるＰＢＣを第２の実施例において説明する。

判断（ステップ５００）

ｊの値がＪ（メッセージ配列の要素数より１大きい値）と等しいかどうかを判断する。ｊがＪに等しいということはすべてのメッセージ配列値の隠ぺいが完了したことを意味する。ｊの値がＪに満たない場合は、ｊに１を加えてステップ２００に戻りｊの値ががＪになるまでステップ２００から４００を再帰的に実行する。このようにして下式で表される（Ｊ＋１）個の要素を有する状態系列Ｓ及び位置系列を得ることができる。

（数式１４）

状態系列Ｓ：$\{S_0, S_1, S_2, \cdots, S_J\}$

位置系列Ｐ：$\{p_0, p_1, p_2, \cdots, p_J\}$

また、メディア配列Ｍはデータが隠ぺいされることによりその要素は以下のように変化する。

（数式１５）

（ハイディング前のメディア配列）

$M: \{M[0], \cdots, M[p_0], \cdots M[p_1], \cdots, M[p_{I-1}]\}$

（ハイディング後のメディア配列）

$M': \{M'[0], \cdots, M'[p_0], \cdots M'[p_1], \cdots, M'[p_{I-1}]\} =$

$\{M[0], \cdots, M[p_0], \cdots M'[p_1], \cdots, M'[p_{I-1}]\}$

Ｍ’はハイディング後のメディア配列を意味し、またＭ’［ｉ］はハイディング前のメディア配列値の内容が変化したことを示す。つまりメディア配列Ｍ'は本来のメッセージ配列Ｍの要素の内の状態系列Ｓで特定

されるＪ個の配列要素の内容のみが変化したことを意味している。なお、状態値$_0$に対応する配列要素Ｍ[ｐ$_0$]は、データ内容が変化しないので、Ｍ'[ｐ$_0$]はＭ[ｐ$_0$]に等しい。

図７は、ハイディングにおける状態値Ｓ$_{j-1}$と状態値Ｓ$_j$との関係を示した関係図である。次の状態値Ｓ$_j$は、状態値Ｓ$_{j-1}$及びハイディング配列Ｍｍ[j-1]（Ｍ'[ｐ$_{j-1}$] XOR ｍ[j-1]）の排他的論理和を計算し、この計算結果を位置変換関数ＳＫの入力とすることによって求められる。メディア配列値Ｍ'[ｐ$_{j-1}$]は前状態のハイディングで既にその内容が変化している。また隠べい対象であるハイディング配列値Ｍｍ[ｐ$_{j-1}$]は、関数Ｘにより位置ｐ$_j$に隠べいされる。これによりその位置のデータＭ[ｐ$_j$]が変わる。

状態値の抽出（ステップ６００）

最終的に、以下の２つの情報を抽出することにより、メッセージの隠べいは終了する。

（１）ハイディング後のメディア配列Ｍ'

（２）最終状態値Ｓ$_J$

メディア配列Ｍ'はステップ４００でデータをメディア・データ中に隠べいすることで最終的に得られた配列である。また最終状態値Ｓ$_J$は最後に計算されたＪ番目の状態値である。これらの情報は以下に説明するメッセージ・データを抽出する際に必要となる。なお、隠べいされたメッセージを抽出する際には、最後、すなわちＪ番目の状態値のみを抽出者が知っていれば、（Ｊ－１）番目以前の状態値（Ｓ$_0$乃至Ｓ$_{J-1}$）を直接知っている必要はない。これらの状態値は最終状態値を逆変換することで再帰的に特定できるからである。もちろんこの抽出者は後述する

必要な情報を有していることが条件である。

（メッセージ・データの抽出）

メッセージ・データの抽出を実行するために第三者に与えられる情報は、以下の３つである。

（１）ハイディング後のメディア配列M'

（２）最終状態値$S_J$

（３）抽出用位置変換関数ＰＫ

情報（１）及び情報（２）は、上述の通りメッセージ・データを埋め込む際に最終的に生成された情報である。ここで情報（３）の抽出用位置変換関数ＰＫについてハイディング用位置変換関数との関係を考慮しつつ説明する。

ａ．ハイディング用位置変換関数ＳＫ、抽出用位置変換関数ＰＫ

メッセージを隠ぺいする際に次の状態値を生成する関数をハイディング用位置変換関数ＳＫを定義したように、メッセージを抽出する際においても前の状態値を生成する関数を抽出用位置変換関数ＰＫを定義する。ハイディング用位置変換関数ＳＫと抽出用位置変換関数ＰＫは、以下の式に示すように逆関数の関係が成立する。

（数式１６）

$$PK(SK(x)) = x$$

$$SK(PK(x)) = x$$

従って、メッセージ配列ｍをハイディング用位置変換関数ＳＫを用い

て変換した結果に対して、その逆関数ＰＫでさらに変換すれば最初のメッセージ配列ｍを抽出することができる。

上記の式を満たすような関数は様々な関数が考えられる。しかしながら、第三者が与えられた抽出用位置変換関数ＰＫからハイディング用位置変換関数ＳＫを再現することを事実上不可能にするために、この関数として公開暗号方式における暗号化関数及び復号化関数を用いていることが好ましい。公開鍵方式のアルゴリズムはいくつかの方式が存在するがそのどれを用いてもよい。一例として典型的な方式であるＲＳＡ方式について説明する。ＲＳＡ方式のアルゴリズムは、以下の通りである。

1．２つの大きな素数p、qを選び、n=p*qを計算する。

2．r=lcm(p-1,q-1)を計算し、gcd(d,r)=1になるようにdを選ぶ。

3．e*d=1(mod r)、0＜e＜rとなるようにeを決定する。

4．eを公開鍵として公開し、nも公開する。dは秘密鍵として秘密にしておく。

5．あるメッセージｍの暗号化は、$m^e = c \pmod n$を満たすようなｃを計算し、このｃが暗号化されたメッセージとなる。

6．暗号化されたメッセージの復号化は、$c^d = m \pmod n$を満たすようなｍを計算し、このｍが複合化されたメッセージとなる。

このアルゴリズムを本実施例に適用すると、ハイディング用関数ＳＫ及び抽出用関数ＰＫは以下のようになる。

（数式１７）

$$SK(m) = x^d \pmod n$$

$$PK(m) = x^e \pmod n$$

すなわち、画像の作成者である発行者は秘密鍵dを保有しこれを用いてハイディング用関数ＳＫを得る。この関数ＳＫを用いてメッセージ・データを埋め込むための位置状態系列Ｓを生成し、メッセージ・データをメディア・データ中に埋め込む。配布されたこのデータを受け取った第三者は公開鍵eを用いて抽出用関数ＰＫを得る。この関数ＰＫを用いて上記の位置状態系列Ｓを再生して、メッセージを読む。公開鍵方式において、公開鍵は第三者に公開されているが、秘密鍵は画像などを制作した著作者のみが保有しているので第三者はその内容を知ることはできない。従ってハイディング用位置変換関数の内容を第三者が知ることはできない。公開鍵から秘密鍵を計算することはそのための計算量が膨大になるので、第三者がハイディング用位置変換関数ＳＫを知ることは事実上不可能である。従って第三者がオリジナルのデータを改変することを有効に防止することができる。

メッセージを抽出する手順を説明するために必要となる排他的論理和の重要な性質について簡単に説明しておく。排他的論理和演算には以下のような性質がある。すなわちＡとＢとの排他的論理和に対して、さらにＢとの排他的論理和を求めるとＡが再現されるということである。

（数式１８）

（Ａ XOR Ｂ） XOR Ｂ＝Ａ

（抽出のアルゴリズム）

図８は、埋め込まれたメッセージ・データを抽出する手順を示したフロー図である。

初期状態値の計算（ステップ１１０）

まず、抽出者に与えられている情報である最終状態値$S_J$から、次式に従ってメッセージ配列値m[J-1]が隠し込まれている位置$p_J$を求める。

（数式１９）

$$p_J = S_J \bmod I$$

ハイディング値の抽出（ステップ１２０）

位置$p_J$に対応するメディア配列M'[$p_J$]はその領域の本来の画像情報中にハイディング配列値Mm[J-1]が隠ぺいされている。この配列Mm[J-1]はメディア配列値M'[$p_{J-1}$]及びメッセージ値配列m[J-1]の排他的論理和として求められたものである。そこでメディア配列値M'[$p_J$]からハイディング配列値Mm[J-1]を抽出するために関数X'を定義する。次式のような関数X'の具体的な内容は第２の実施例においてその一例を説明する。

（数式２０）

Mm[J-1] ＝関数X'（M'[$p_J$]）

前状態の計算（ステップ１３０）

次に、状態値$S_J$及び上記の関数X'から求められたハイディング配列値Mm[J-1]の排他的論理和を計算することで１つ前の状態値$S_{J-1}$を求める。ここでは上述の排他的論理和の数学的性質を利用している点に留意されたい。

（数式２１）

$$PK(S_J)\ XOR\ X'(M'[p_J])$$
$$=(S_{J-1}\ XOR\ Mm[J-1])\ XOR\ Mm[J-1]$$
$$=S_{J-1}$$

すなわち、抽出用位置変換関数ＰＫはハイディング用位置変換関数の逆関数なので、この関数を用いれば状態値$S_J$から状態値$S_{J-1}$とハイディング配列値Ｍｍ[J-1]との排他的論理和の結果を再現できる。この結果とステップ１２０で求められたハイディング配列値Ｍｍ[J-1]との排他的論理和を求めることにより、１つ前の状態値$S_{J-1}$を特定できる。

メッセージの計算（ステップ１４０）

状態値$S_{J-1}$が求まればこれに対応するメディア配列値$M'[p_{J-1}]$が特定されるので、メッセージ配列値ｍ[J-1]を次式により抽出することができる。図３（ｂ）のメッセージが隠ぺいされていたならば、このステップにより最後尾の英数字「Ｇ」が抽出される。

（数式２２）

$$M'[p_{J-1}]\ XOR\ Mm[J-1]$$
$$=M'[p_{J-1}]\ XOR\ (M'[p_{J-1}]\ XOR\ m[J-1])$$
$$=m[J-1]$$

状態値及びメッセージ配列値の抽出をインデックス値ｊ（$1 \leqq j \leqq J$）を用いて一般的に表現すると次式のようになる。

（数式２３）

$S_{j-1}$：
$PK(S_j)\ XOR\ X'(M'[p_j])$

$= (S_{j-1}$ XOR Mm[j-1]) XOR Mm[j-1]

$= S_{j-1}$

m[j-1]:

$M'[p_{j-1}]$ XOR Mm[j-1]

$= M'[p_{j-1}]$ XOR $(M'[p_{j-1}]$ XOR m[j-1])

= m[j-1]

上記の式が示すデータ関係を示したのが図９である。抽出における状態値$S_j$と状態値$S_{j-1}$との関係を示した関係図である。図７と対比してみると抽出の手順はハイディングの手順をと逆に実行していることがわかる。

判断（ステップ１５０）

メッセージ配列値m[j]が生成されるごとにそれが配列値がメッセージ配列の先頭なのかを判断する。先頭であると判断された場合、メッセージ配列mのすべての要素を抽出できたことになる。メッセージ配列mは最後の要素から逆順で抽出されるので、図３（ｂ）の例では「ＧＮＩＤＩＨＡＴＡＤ」という順序でメッセージが抽出される。これをステップ１６０でメッセージを逆の順序で並び替えることにより完全なメッセージが生成される。先頭でない場合、ステップ１２０からステップ１４０を先頭と判断されるまで再帰的に実行する。

メッセージ配列mのある要素が先頭か否かの判断は、生成された状態値$_j$とハッシュ関数Ｈ１との出力が一致するかどうかである。ハッシュ関数Ｈ１には、状態値$S_j$においてそれまでに生成されたメッセージ配列mのすべての要素の排他的論理和を入力する。逆順に生成されたある状態値$S_j$がハッシュ関数Ｈ１の出力とが次式に示すような関係ならば、このｊの値が０である（数１０参照）。

（数式２４）

$$S_J = f\ (m[J-1]\ XOR\ m[J-2]\ XOR\ \cdots\ XOR\ m[j]) = S_0$$

上式の関係が成り立つのはｊ＝０の場合のみで、それ以外（ｊ≠０）の場合にはこの関係は成立しない。従って最終状態値$S_J$が状態値$S_J$が逆順に生成される度に、この状態値$S_J$及び抽出されたすべてのメッセージ配列値に基づいたハッシュ関数の出力の一致を比較していく。図１０は、生成されたメッセージ配列値がメッセージの先頭であるかどうかの判定を説明するための図である。まず最終状態値$S_J$から一つ前の状態値$S_{J-1}$を求めると共に、メッセージ配列値$m_{J-1}$を求める。この配列値を入力とした初期関数ｆの出力Ｆは状態値$S_{J-1}$とは一致しない。求められた状態値が$S_0$ならば、この値は初期関数の出力Ｆと一致するので先頭と判断できる。このように本アルゴリズムは次のような２つの特徴があるので、第三者によるメッセージの改変を防止する上で非常に重要である。

（１）別メッセージの上書き防止

従来技術では、発生する位置系列Ｓはメッセージの内容に関わらず最初に与える定数にのみ依存していた。第三者はその定数さえ分かればメッセージを消去したり本来のメッセージが存在する位置に新たな別内容のメッセージを上書きすることが可能であった。これに対して、本アルゴリズムでは位置系列はメッセージの内容にも依存して生成されるため、メッセージが異なれば発生する異なる位置系列が生成される。隠ぺいされる位置は位置系列に基づいているので、本来のメッセージが存在している位置に内容の異なる別のメッセージを隠ぺいすることはできない。これはメディア・データについても同様である。

（２）別メッセージのハイディング防止

本アルゴリズムでは、抽出の終了を判断するために数２４に示す条件を判断している。この条件を満たすのは、抽出されるメッセージの内容が本来のメッセージと同じで、かつメッセージ・データの長さ（Ｊ）と等しい長さのメッセージが抽出された場合のみである。この要件を満たさない限り抽出は決して終了しない。従って、最終状態値$S_J$に基づいて逆順で本来のメッセージ以外のデータを隠ぺいしようとした場合には、決して数２４の要件を満足することはないので永久に計算が終了しない。従って本来のメッセージが存在する場所以外の場所にメッセージを隠ぺいしようとしても、計算が終了しないので実質的に隠ぺいできない。

図１０及び図１１に示すように第三者がメッセージ配列値を改変した場合には、改変されたメッセージに基づいて異なった状態系列Ｓ'が生成される。従って、状態系列Ｓ'より特定される位置以外の位置にある本来のメッセージを消去したり上書きしたりすることはできない。図１１に示すような改変により生じた状態系列Ｓ'においては決して抽出が終了したと認定されることはない。事実上他のメッセージを書くことができないので、第三者の改変を有効に防止することができる。

Ｄ．第２の実施例

ここでは、隠ぺいの対象となるデータをあるあるメディア・データ中に埋め込む方法及び逆に埋め込まれたデータを抽出する方法の一つであるピクセル・ブロック・コーディング(Pixel Block Coding)（以下、ＰＢＣという）について説明する。ＰＢＣを用いた場合、データをハイディング及び抽出は以下の述べるような変換規則に従って処理される。

（基本アルゴリズム）

一般的に、隣接した２つの画素の画素値等の１次特性は互いに高い相

関関係を有している。従って画素値を入れ変えたとしても、画像が視覚的に認識できる程度の劣化は生じない。この性質に鑑みて、本アルゴリズムは少なくとも１つの画素を有する画像領域をピクセル・ブロックとして定義し、ある変換規則に基づき意図的に隣接したピクセル・ブロックの特性値を入れ替えることで、１ビットのデータを隠ぺいする。すなわち、データは、隣接するピクセル・ブロックの特性値の入れ替えにより表現される。またデータの抽出時には、この変換規則に基づき決定される抽出規則に従ってデータを抽出する。

ビット情報は隣接した２つのピクセル・ブロックの特性値（例えば、輝度値）を以下の変換規則に従って入れ替えること表現される。

ビット・オン〈1〉: 一方のピクセル・ブロック（$PB_1$）の特性値が他方（$PB_2$）の特性値より大きい場合
ビット・オフ〈0〉: 一方のピクセル・ブロック（$PB_1$）の特性値が他方（$PB_2$）の特性値より小さい場合

またビット情報は、以下の抽出規則に従って隣接した２つのピクセル・ブロックの特性値（例えば、輝度値）を比較することにより抽出される。

一方のピクセル・ブロック（$PB_1$）の特性値が他方（$PB_2$）の特性値より大きい場合：ビット・オン〈1〉
一方のピクセル・ブロック（$PB_1$）の特性値が他方（$PB_2$）の特性値より小さい場合：ビット・オフ〈0〉

図１２は、ＰＢＣを用いたデータのハイディング及び抽出を説明する

ための図である。ピクセル・ブロック$PB_1$、$PB_2$は例えば3×3画素のように複数の画素の集合として定義してもよいし、1画素を1ピクセル・ブロックと定義することも可能である。隣接するピクセル・ブロックは高い相関を有しているので、それらの位置を入れ替えたとしても画像が視覚的に認識できる程度に劣化したとは感じることはないであろう（図12（a））。

オリジナル画像におけるピクセル・ブロックの位置が同図（b）である場合を考える。まず二つのピクセル・ブロックの特性値を比較し、その結果、$PB_1$の特性値の方が$PB_2$の特性値よりも大きい場合を考える。オリジナルにデータ”1”を隠ぺいする場合、ピクセル・ブロックの特性値が変換規則におけるデータ”1”の条件を既に満たしているので、これらのブロックの特性値の入れ替え行われない。データを抽出する際、$PB_1$の特性値が大きい場合はデータ”1”であると抽出規則が定めているので、データ”1”が抽出される。

一方、オリジナルにデータ”0”を隠ぺいする場合、オリジナルにおけるピクセル・ブロックの特性値の関係は変換規則におけるデータ”0”の条件を満たさないので、ピクセル・ブロックの特性値を入れ替える。しかしながらこの入れ替えは視覚的には認識できない。抽出時は、抽出規則に従ってこれらのブロックの特性値の関係からデータ”0”が抽出される。

このようにPBCでは、隠ぺいの対象となる情報を隠ぺいするのに十分な数のピクセル・ブロックを画像中から選択する。そして選択された一のピクセル・ブロックとそれに隣接するピクセル・ブロックのペアを作ることにより、このペアの列を生成する。このようにして列の先頭から順々に隠ぺい対象となるビットを隠ぺいしていく。

この列は第1の実施例における状態系列Sに対応付けてもよい。例え

ばピクセル・ブロックを第１の実施例におけるメディア配列Ｍの配列要素Ｍに対応付ける。ハイディング作業において逐次的に生成された状態系列の各配列要素（状態値$S_j$）及びそれに隣接するメディア配列値とでペアを作る。そしてこのペアに対して上記処理を施すことが考えられる。またある乱数の種（シード）から発生される疑似乱数列をもとに決定することももちろん可能である。

抽出時には、ハイディング時と同じブロック列をスキャンする。それぞれのペアがビット・オンを表すかオフを表すかを抽出規則に従って１ビットずつ集めることで全体のメッセージを抽出する。もしペアであるピクセル・ブロックの特性値が同じであるならば、そのペアはハイディング時と同様にスキップする。ブロック列あるいはその列生成方法を秘密にすれば、隠ぺいされた情報を他人から隠すことができる。

なお、ＰＢＣにおいて、埋め込み位置は、画質及び抽出精度に鑑みて決定するのが好ましい。すなわち埋め込み対象となっているペアを構成するピクセル・ブロックの特性値の差があまり大きいと、入れ替え操作により画質が劣化するおそれがある。このような画質の劣化を抑制するために、第１の閾値（上限）を設けておき、特性値の差がその閾値以上であればそのペアにはビットを埋め込まないようにすることが好ましい。

また、特性値の差が小さければ入れ替え操作による画質の劣化はほとんど生じないが、逆にノイズの影響により大小関係が反転してしまい、抽出時に埋め込まれたビットが抽出できないおそれがある。従って抽出精度の低下を抑制するためには、第２の閾値（下限）を設けておき、特性値の差がその閾値以下であればそのペアにはビットを埋め込まないようにすることが好ましい。

これらのケースに該当するペアには何も操作を施すことなくスキップ

する。そして隠ぺいすべきビット情報を先送りして、次のペアを対象に隠ぺいする。

（ブロックの特性値）

特性値としてピクセル・ブロックの１次特性に関する値及び２次特性に関する値を用いることできる。１次特性はピクセル・ブロックの輝度や色度のように画素値の直接的なパラメータである。また２次特性は、前記パラメータの平均値や分散といった統計的な性質を示す値のように、１次特性をを分解することで得られる。さらに特性値は複数の画素値からなる配列と所定の配列（マスク）との演算結果としてもよく、周波数変換を行うことにより得られる特定の要素値とすることも可能である。一般に、１次特性は隣接する２つのピクセル・ブロックにおいて高い相関関係を有している。これに対して２次特性は隣接しない離れた二つのブロックにおいて高い相関関係を有し得る。従ってＰＢＣの対象となるピクセル・ブロックは必ずしも隣接するブロックに限定されない点に留意されたい。以下、ピクセル・ブロックの特性値として１次特性である輝度値を、また２次特性である分散値を例に説明する。

まず、ピクセル・ブロックの特性値を輝度値とする場合について説明する。１画素をピクセル・ブロックに対応付けた場合、このブロックの特性値として画素の輝度値をそのまま使うことができる。自然画像では大抵の場合、隣接する画素の相関は非常に高いため、それらを入れ換えても大きな画質の劣化にはならない。図１３は１画素をピクセル・ブロックとした場合のＰＣＢによるハイディングを説明するための図である。

次に、特性値を分散値とする場合について説明する。ｎ×ｍ画素でピクセル・ブロックを構成するような場合、ピクセルの輝度値をブロック間で入れ替えると、画像上に縞模様が生じるなど画質に大きな劣化が生

じる。従ってピクセル値をそのままブロックの特性値として使うことは好ましくない。そこでピクセル輝度の分散値を特性値として用いる方法が考えられる。

ピクセル・ブロックの輝度値の性質を平均値ｈと分散値ｄとに分解したとき、隣接するピクセル・ブロックで平均値ｈはそのままで分散値ｄのみを入れ換えたとしても画質に与える影響は少ないということが知られている。そこでこの性質を生かしてピクセル・ブロックの特性値をこの分散値ｄとし、これを変換規則に従って入れ替えることでデータを隠ぺいすることが可能となる。

図１２（ｃ）のようにピクセル・ブロック$PB_1$が、平均値$h_1$、分散値$d_1$を有し、ブロック$PB_2$が平均値$h_2$、分散値$d_2$を有する場合を考える。ビット”１”を隠ぺいする場合、$d_1 < d_2$なので変換規則におけるビット”１”の条件を満たさない。そこで両ピクセル・ブロックの分散値ｄのみを入れ替える。これは、二つのピクセル・ブロック間において、その平均値ｈは変更せずに分布の山の形だけ交換することに相当する。

（ハイディングできる情報量）

ＰＢＣにおいてハイディングできる情報量は画像サイズとピクセル・ブロックのサイズによってその上限は以下のように決定される。

（画像サイズ）／（ピクセル・ブロックのサイズ）／２[bit]

例えば384x256サイズの画像に1x1サイズのピクセル・ブロックを適用する場合、ハイディングできる情報量は６Ｋバイトが上限である。但し、比較する特性値が同一である場合のようにすべてのピクセル・ブロックが隠ぺいのために使えるとは限らないので、実際にはこの情報量より小

さくなる。また隠ぺいは可能であっても、画質の劣化を抑えるために交換処理を施さない場合もあるので、情報量はさらに小さくなることもある。

（画質保存・劣化）

画像上で、例えばエッジ特徴にまたがる二つの隣接画素では、その輝度値が大きく異なる値を取ることが知られている。従って、この二つを入れ換えるとエッジ特徴を壊すことになり、視覚的にも画像の劣化が大きく見える。そこで画質の劣化を抑えるために交換する輝度値の差にある閾値を設けておく。そしてその閾値を越えた場合には、特性値の入れ替えを行なわずに先送りして、そのペアをスキップする方法が有効である。閾値は画像データから計算される分散値をもとに決定することもできるし、またブロック周辺の局所的な分散値をもとに決定してもよい。

分散値がゼロに近い小さなブロックと、ゼロから遠い大きなブロックとで分散値を交換すると、小さなブロックでの変化が大きくなり視覚的に画質が劣化したことが分かってしまう。従って分散値の小さい方で閾値と比較して、それを下回れば入れ替えを行わないようにしてもよい。

（ＰＢＣの耐性）

隣接するピクセル・ブロックの特性値を比較しブロックの特性値を入れ替えることに対応づけたデータの隠ぺいをしているため、その二つのブロックの相対的な関係が保たれている限り、隠ぺいされた情報を正しく取り出すことができる。従って、色合い調整やγ補正を施した場合であっても特性値の大小比較に基づいて隠ぺいされた情報は保存されることが期待される。また、上述の分散値を交換する方法において、特にピクセル・ブロックを８×８サイズにした場合には、ＪＰＥＧによる圧縮処理を施した後でも十分な精度で隠ぺいされた情報を抽出することが可能である。我々の実験によれば、ファイルサイズが５％になるように”

損失あり圧縮”を施した場合でも、情報量は９０％の保存率であった。分散値交換法では、印刷／スキャン操作など、Ｄ／ＡおよびＡ／Ｄ変換を経た場合でも、隠ぺいされた情報を有効に保存できることと思われる。

（ＰＢＣの拡張）

なお、上記のＰＢＣは一例であって、それ以外にも様々な方法が考えられる点に特に留意されたい。上記の実施例から分かるとおり、データの埋め込み及び抽出のためには、特性値の大小関係を規定した規則に従ったピクセル・ブロックの特性値の操作が重要である。その意味で、上記のように特性値を入れ替える場合以外にも、一方の特性値に所定値を加算したり、または他方の特性値から所定値を減算すること（さらにはこれら両方の操作を行ってもよい）により、規定された大小関係を満たす操作も可能である。この場合、この所定値は一定の値であってもよいが、処理対象となるピクセル・ブロックの状態に応じて、その値を適応的に変化させるようにしてもよい。また、ＰＢＣの拡張として、特性値の符号を２値情報に対応づけた規則を定義し、この規則に従って、データを埋め込み及び抽出することも可能である。

本発明の本質は、意味のある規則に従って、ある基準値（例えば一方のピクセル・ブロック）に対して画像データ中の他のピクセル・ブロックの特性値を操作する点にある。すなわち，特性値の基準を与える基準値をピクセル・ブロックの特性値との大小関係に対応づけた変換規則を参照して、一のピクセル・ブロックの特性値を操作することによりデータを隠ぺいする。その意味で、本発明は特性値を操作する明確な基準が与えられさえすればよく、その基準が画像データ中の所定領域（ピクセル・ブロック）である必要は必ずしもない。従って、その基準を画像データ以外のデータで与えてもよい。例えば、所定値（基準値）が配列さ

れた、ピクセル・ブロックと同じ大きさを有する固定的なマスク・パターンを特性値操作の基準として用いてもよい。この場合、データの隠ぺいの際には、特定されたあるピクセル・ブロックの特性値を、マスク・パターン中の基準値との大小関係で操作すればよいし、抽出時には、その大小関係に応じてデータを抽出することができる。

E．第３の実施例

ここでは基準位置に関する情報をハイディングする方法について説明する。上記のようなデータ・ハイディング技術は、原画像からピクセル・ブロックを選択して処理を施し抽出時には処理されたピクセル・ブロックからメッセージを抽出している。従ってメッセージを抽出するためにはそのピクセル・ブロックの位置情報は不可欠である。ピクセル・ブロックの位置は、画像のある領域（第１の実施例ではオリジナル画像の左上の位置）を基準として、この位置情報に基づいて相対的な位置が特定されている。ところが画像の一部を切り出す等の画像の編集作業を第三者が行うと、画像の基準位置を特定できなくなるために、メッセージの抽出に失敗してしまう可能性が生じる。再び図３（ａ）に基づいて説明すると、オリジナル画像中の一部（図中のは破線領域）が切り出されてしまった場合、この切り出された画面からは本来の基準位置（メッセージ配列の０番目の配列要素の位置Ｍ[0]）が分からない。

データ・ハイディングに対する重要な要求事項は、隠ぺいされた情報が第三者により除去しにくいこと、または第三者が悪意にデータを改変した場合や、ＪＰＥＧのような損失のある画像圧縮が施された場合においても、隠ぺいされた情報を正しく取り出せることである。そこで、図１４に示すようにメッセージの他にさらに基準位置を特定するための情報もオリジナル画像中に隠ぺいすることが好ましい。このような位置情報を隠ぺいしておくことで、改変・圧縮された画像からでもメッセージ

を正しく抽出することが可能となるからである。そこで、メッセージ・データ中にメッセージ・データの他にメディア・データの基準位置を特定するための情報をも隠ぺいしておく。この基準位置に関する情報はメッセージ・データ全体に隠ぺいされている。メッセージ・データの一部分が切り取られた場合においても、切り取られた部分的なメッセージ・データから本来のメッセージ・データの基準位置またはこの基準位置からの相対的な位置を検出できる情報である。例えば、以下に述べるように基準位置を中心とした同心円弧を画像全体に隠ぺいしておいてもよい。

（同心円弧を位置情報とした場合）

位置情報として図１５に示すような同心円の弧を用いる。この同心円弧はオリジナル画像の左上の点（基準位置）を中心とし所定の間隔で描かれている。切り出された部分画像から基準位置を正しく抽出できるためには、切り出されるであろうと想定される部分画像中に少なくとも一本の円弧が含まれていることが必要である。従って同心円の間隔はその上な状況を想定して設定される。

基準位置は、「円周上の点を中心にしてその円と同じ半径で円を描いた場合、描かれた円周は必ずもとの円の中心点を通る」、という円の性質を利用して特定することができる。図１６は位置情報として同心円弧を用いた場合における基準位置Ｂの特定を説明するための図である。まず、切り出された部分画像中に存在する３つの同心円弧（$C_1$、$C_2$、$C_3$）上にそれぞれ存在する任意の３点（$a_1$、$a_2$、$a_3$）を特定する。次にそれぞれの点にから異なる半径（$r_1$、$r_2$、$r_3$、$r_4$、・・・）の円を描く。この場合、上記の円の性質から、円が交わってできる交点のうち交わっている円の数が最も多い交点Ｂを基準位置として認定する。デジタル画像の場合、ピクセルが格子状に離散的に配置されているので、上

記のような円を描いていけば１ピクセルもずれることなく基準位置を特定することができる。

なお、左上の点（基準位置）から離れた円（半径の大きな円）については、部分画像が２本以上の円弧を含むように円弧の間隔を狭めてもよい。円弧は半径が大きくなるに従って直線要素を多く含むようになるため、基準位置の算出値に幅が生じやすくなる。間隔を狭めておけば部分画像中が多くの円弧を含むのでそのような幅を小さくできる。なお、基準位置を同心円の中心を左上及び右下の両方に取っておけば、２つの中心点からオリジナル画像のサイズを求めることができる。

（同心円弧のハイディング）

図１７は、同心円弧を位置情報として用いた場合のハイディング及び抽出を説明するための図である。同図（ａ）は、オリジナル画像中に第２の実施例に示したような方法を使ったメッセージの隠ぺいを施し、その後に位置情報としての同心円弧をさらに隠ぺいしている。同心円弧の位置情報は隠ぺいされた画像情報のＬＢＰをのピクセルを使って隠ぺいされる。例えば同心円弧上のピクセルのＬＢＰを”１”に設定する。ＬＢＰを用いる理由はその値を変更しても画像は視覚的にほとんど変化しないからである。また同図（ｂ）は、オリジナル画像にまず位置情報を隠ぺいし、その後にメッセージをさらに隠ぺいしている。

（同心円弧の抽出）

２次元の投票配列Ｔを作成する。配列のサイズは切り出されるであろうと想定される部分画像がどの程度の大きさまでであるかという点を考慮して決定される例えば配列の幅を（２ｍ－１）とすれば、オリジナルの画像の１／ｍ倍の大きさの部分画像にまで対応することができる。投票配列Ｔの各要素は基準位置Ｂの候補であり要素の値はその得票数を示す。ここで対象となる部分画像が投票配列の中心に位置するように両者

の座標を対応付けておく。

部分画像をスキャンしていき、ＬＢＰが”１”である部分に出会ったらその点を中心にして投票配列上の既知の半径すべてについて円弧を描く。そして投票配列Ｔの各要素の得票数を１増やす。このとき、各要素に対応する点が隠ぺいされている円周上の点であれば、ここで描いた円弧の内少なくとも１つは必ずもとの中心点を通っている。

スキャンを部分画像の縦横交互に実行して、ＬＢＰが”１”に出会うごとに上記手順を行う。これにより得票数の一番多い要素に対応する位置が基準位置Ｂと認定される。一般に、最高得票数は投票配列のうち基準位置に対応する配列要素に集中する。従って雑音等の影響を考慮しても、本アルゴリズムにより基準位置を正しく特定することが可能である。これにより特定された基準位置に基づき、部分画像中からメッセージを適切に抽出することができる。

なお図１７（ａ）の方法では、メッセージが隠ぺいされた画像データをさらに変更するため、ランダム雑音に強いデータ・ハイディング手法でなければ隠ぺいされた情報の抽出に失敗する可能性がある。一方同図（ｂ）の方法では、隠ぺいされたメッセージは抽出処理の時まで一切変更されないので、同図（ａ）の方法よりも雑音に強い。従って、用いるデータ・ハイディング手法のバリエーションは増える。但し、本発明の基準位置に関する位置情報の一部が壊されてしまう可能性があるので注意が必要である。

Ｆ．具体的な応用例

上記のアルゴリズムを用いたデータ・ハイディング方法及びデータ抽出方法は具体的には、以下のようなシステムにおいて用いることができる。

（テレビの映像ＣＭの出現カウント）

ＣＭの注文者にとっては、コマーシャルが注文した回数だけきちんと放送されているかどうかということは重要な問題である。本アルゴリズムを用いて、図１８に示すようなシステムを構築すればＣＭの放送回数を自動的にカウントすることができる。放送局側は、記憶装置、符号化装置、及び放送装置を有している。記憶装置にはコマーシャル画像が記憶されていて、符号化装置はコマーシャル画像の放送回数をカウントするための情報をコマーシャル画像に隠ぺいためのものである。そして、この情報が符号化装置により隠ぺいされたコマーシャル画像は放送装置によって放送される。このようなシステムで、上述のデータ・ハイディング方法を用いてコマーシャル画像を符号化する。符号化はカウント情報が有するデータに基づいて行われ、コマーシャル画像中に分散してカウント情報が隠ぺいされる。また、受信側は、受信装置、復号化装置、及びカウンタを有している。受信装置は上記のカウンタ情報が既に隠ぺいされているコマーシャル画像を受信する。復号化装置はこのコマーシャル画像からカウンタ情報を抽出する。そして抽出されたカウンタ情報に基づいて、カウンタはコマーシャル画像の放送回数をカウントする。このような受信システムでは、上述のデータ抽出方法を用いてカウンタ情報が抽出される。復号化は、カウンタ情報が有するデータに基づいて、カウンタ情報が分散して存在しているコマーシャル画像上の位置を特定して抽出される。

放送局はＣＭ画像中に、ハイディング・アルゴリズムに基づいて受信側で放送回数をカウントできるようなカウンタ情報をコマーシャル画像に隠ぺいした上で放送する。従って、受信側ではこのカウンタ情報を抽出することで放送回数をカウントすることができる。

（ファイヤー・ウォールでの検閲）

ファイヤー・ウォール(Firewall)などのトポロジーに位置するプロキシー（代理）には壁の内側と外側のＨＴＴＰ通信すべてが流れている。これを利用すれば、そのプロキシー上で画像や音声データを検閲することができる。ウォター・マークなどが隠ぺいされているメディア・データを検出したらログに残す。このようにすれば不正に流通しているデータを把握することができる。図１９は、このようなシステムのブロック図である。サーバー側はメディア・データが記憶されている記憶手段、及びメッセージ・データをメディア・データに隠ぺいする符号化装置を有している。サーバーは、記憶手段から読み出されたメディア・データ中に、メッセージ・データを隠ぺいするように符号化装置を制御し、この出力データをインターネットに送信する。ここで、上述のようなハイディング方法を用いて、メッセージ・データの内容に基づいてメッセージ・データをメディア・データ中に分散して隠ぺいしていく。一方の受信側は、送信側でハイディング処理されたメディア・データをインターネットから受信するプロキシと、この受信データからメッセージ・データを抽出する復号化装置とを有している。この抽出は、上述のデータ抽出方法を用いて、メッセージ・データの内容に基づいて分散配置されているメッセージ・データの位置を特定した上で行われる。

（旅行代理店サーバでの利用）

旅行代理店の運営するＷＷＷサーバに展示して有る観光地の写真に、その観光地の説明文書や地図、あるいはＵＲＬなどのポインタ情報といった付加情報を隠ぺいしておく。ＷＷＷブラウザを使ってその写真をネットワーク・コピーしておけば、後に地図等をその写真から取り出して説明文や行き方などを確認することができる。図２０に示すように、クライアントとＷＷＷサーバーとの接続が切断された後であっても、付加情報を抽出することができる。付加情報が写真データなどと別ファイル

になっているような場合と比べて、ハイディングを用いれば写真データと付加情報の密な関係を維持し続けられるので、データの整理が容易である。

（フィンガー・プリンティング及びウォーター・マーキング）

フィンガー・プリンティングとは、メディア・データを第三者に発行する際に、発行者が発行先である第三者を特定できるようなマークを予めメディア・データ中に隠ぺいしておくことをいう。このようにしておけば、違法コピーなどの不正な行為が行われば場合、そのコピーのソースを特定することができる。従って、この第三者が不正に流通している場合には、違法コピー分の料金を請求することができる。

これに対して、ウォーター・マーキングとは、メディア・データを第三者に発行する際に、発行者が発行者自身を特定できるようなマークを予め隠ぺいしておくことをいう。これによって、流通過程で改変されていないことを保証、すなわち、このデータが正規の発行者からのものであり、かつ途中で改変されていない、ということが保証される。

このようなマークを隠ぺいするために、図２１にようなシステムを構築すればよい。第三者への発行の際にはマークを隠ぺいして発行する。検出の場合には、第三者から得られたデータからマークを抽出する。

上記のシステムの他にも、本発明は、ケーブル通信、衛星通信を用いたシステムや、ＤＶＤ－ＲＯＭ等の記録媒体を用いたシステム等に広く利用できる。特にＤＶＤ－ＲＯＭ（ＤＶＤ－ＲＡＭ）を用いてメディア・データを配布しようとする場合、当該メディア・データ中にコピー許可条件、すなわちコピーを禁止するのか認めるのかという情報を隠蔽した上で配布する。そして、エンド・ユーザがメディア・データを複製するために用いるＤＶＤプレーヤーには、コピーを制限する機能が設けられている。このようにすることにより、コピー用のプレーヤーが隠蔽され

たコピー許可条件を媒体から抽出・認識し、それがコピー禁止を意味しているならば、コピーを禁止するように動作する。

G．データ抽出システム及びそれを実現する半導体集積回路

上述したデータ抽出方法は、具体的には、以下のような構成を有するシステムで実現することができる。また、そのシステムが有する機能の大半はワンチップ化して半導体集積回路とすることができる。なお、これらのシステム及び半導体集積回路の特徴は、重複説明を避けるために詳細な説明は省略するが、データ抽出方法にて説明した事項及びその拡張・変形がそのまま当てはまる。当業者であれば、上記方法の説明で、下記の事項の詳細は理解できよう。

メッセージ・データをメディア・データ中から抽出するシステムは、具体的には、図２２に示すように、変換手段、特定手段、特性値計算手段、記憶手段、及び抽出手段を有している。変換手段は、メッセージ・データが隠ぺいされたアナログ信号としてのメッセージ・データをデジタル信号に変換した上で、デジタル信号を出力するＡ／Ｄコンバータである。特定手段は、変換手段の出力としてのメディア・データ中において、メッセージ・データが隠ぺいされている一のブロックを特定するためのものである。特性値計算手段は、特定手段により特定された一のブロックの特性値を求めるためのものである。記憶手段中には、特性値の基準を与える基準値とブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則が記憶されている。また抽出手段は、変換規則を参照して、一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出する。

ここで、基準値は、メディア・データ中に存在しかつ一のブロックとは異なる他のブロックに関する特性値である。また、記憶手段が記憶する変換規則は、一のブロックの特性値が他のブロックの特性値よりも大

きい場合、一方のビットを抽出すると規定し、逆の場合には、他方のビットを抽出すると規定している。

また、上記システムをワンチップ化した半導体集積回路は、図２３に示すように、演算手段と、抽出手段を少なくとも有している。演算手段は、入力信号としてのメディア・データにおいて、メッセージ・データが隠ぺいされているものとして特定された一のブロックに関して特性値を求める手段である。また、抽出手段は、特性値の基準を与える基準値とブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を参照して、一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出する手段である

［産業上の利用可能性］

このように、本発明では、画像や音声といったメディア・データにメッセージ・データを分散してハイディングする場合に、メディア・データの内容とメッセージ・データの内容に基づいて、メッセージを隠ぺいする位置を決定しているので、第三者がメッセージを改変することが困難なデータ・ハイディングを行うことが可能となる。

# 請 求 の 範 囲

1．メディア・データがメディア配列として表現されると共に、メッセージ・データがメッセージ配列として表現されており、前記メディア配列中の特定の配列要素を指定する状態値に基づいて、前記メッセージ配列の配列要素を分散して前記メディア配列に隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、

(a) j（j≧0）番目の状態値を決定するステップと、

(b) 前記j番目の状態値と、当該j番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素と、前記メッセージ配列の配列要素とに基づいて、（j＋1）番目の状態値を決定するステップと、

(c) 前記（j＋1）番目の状態値が指定する前記メディア配列の配列要素に対して、データを隠ぺいするステップと

を有することを特徴とするデータ・ハイディング方法。

2．メディア・データがメディア配列として表現されると共に、メッセージ・データがメッセージ配列として表現されており、前記メディア配列中の特定の配列要素を指定する状態値に基づいて、前記メッセージ配列のJ個の配列要素を分散して前記メディア配列に隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、

(a) j（j≧0）番目の状態値を決定するステップと、

(b) 前記j番目の状態値と、当該j番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素と、前記メッセージ配列の配列要素とに基づいて、（j＋1）番目の状態値を決定するステップと、

(c) 前記（j＋1）番目の状態値が指定する前記メディア配列の配列要素に対して、データを隠ぺいするステップと、

(d) 上記ステップ(a)乃至(c)を再帰的に実行することにより、前記メッセージ配列のＪ個の配列要素を隠ぺいするステップと

を有することを特徴とするデータ・ハイディング方法。

３．上記ステップ(a)において、ｊ＝０の場合、最初の状態値は、前記メッセージ配列の配列要素が有するデータに基づいて決定されることを特徴とする請求項１または２に記載のデータ・ハイディング方法。

４．最初の状態値を決定する初期関数を用意し、

上記ステップ(a)において、ｊ＝０の場合には、前記メッセージ配列のすべての配列要素が有するデータの排他的論理和を前記初期関数の入力として、前記初期関数の出力を前記最初の状態値とすることを特徴とする請求項１または２に記載のデータ・ハイディング方法。

５．上記ステップ(b)において、前記（ｊ＋１）番目の状態値は、前記ｊ番目の状態値と、当該ｊ番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素が有するデータと、前記メッセージ配列の配列要素が有するデータとの排他的論理和に基づいて、決定されることを特徴とする請求項１または２に記載のデータ・ハイディング方法。

６．ハイディング用位置変換関数を用意し、

上記ステップ(b)において、前記ｊ番目の状態値と、当該ｊ番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素が有するデータと、前記メッセージ配列の配列要素が有するデータとの排他的論理和を前記位置変換関数の入力とし、前記位置変換関数の出力を前記（ｊ＋１）番目の状態値とすることを特徴とする請求項１または２に記載のデータ・ハイディング方法。

７．前記ハイディング用位置変換関数は、公開鍵方式における秘密鍵をパラメータとした暗号化関数であることを特徴とする請求項６に記載のデータ・ハイディング方法。

８．上記ステップ(c)において、前記ハイディング・データは、前記ｊ番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素と前記メッセージ配列の配列要素との排他的論理和であることを特徴とする請求項１または２に記載のデータ・ハイディング方法。

９．上記ステップ(c)において、前記（ｊ＋１）番目の状態値が指定する前記メディア配列の配列要素に対応する一のピクセル・ブロックと、他のピクセル・ブロックとでペアを形成し、変換規則に基づいて、ピクセル・ブロックの特性値を操作することにより、ハイディング・データが隠ぺいされることを特徴とする請求項１または２に記載のデータ・ハイディング方法。

１０．前記他のピクセル・ブロックは、ペアを構成する前記一のピクセル・ブロックに隣接していることを特徴とする請求項９に記載のデータ・ハイディング方法。

１１．前記変換規則はペアを構成するそれぞれのピクセル・ブロックが有する特性値の大小関係に基づいて、前記特性値の操作の規則を規定していることを特徴とする請求項９に記載のデータ・ハイディング方法。

１２．前記特性値は、前記ピクセル・ブロックが有する輝度値であることを特徴とする請求項１１に記載のデータ・ハイディング方法。

１３．前記特性値は、前記ピクセル・ブロックが有する分散値であることを特徴とする請求項１１に記載のデータ・ハイディング方法。

１４．(d) 前記ハイディング・データが隠ぺいされた前記メディア配列と最後の状態値とを抽出するステップと

をさらに有することを特徴とする請求項２に記載のデータ・ハイディング方法。

１５．メッセージ・データがメッセージ配列として表現され、前記メッセージ・データを含んだハイディング・データがハイディング配列とし

て表現され、かつ前記ハイディング・データが分散して隠ぺいされているメディア・データがメディア配列として表現されていて、前記メディア配列中の特定の配列要素を指定する状態値に基づいて、前記メディア配列から前記メッセージ配列を抽出するデータ抽出方法において、

(a) j (j≧1) 番目の状態値を決定するステップと、

(b) 前記j番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素から、前記ハイディング配列の配列要素を抽出するステップと、

(c) 前記j番目の状態値と、抽出された前記ハイディング配列の配列要素に基づいて、(j－1) 番目の状態値を決定するステップと、

(d) 前記 (j－1) 番目の状態値が指定する前記メディア配列の配列要素及び抽出された前記ハイディング配列の配列要素に基づいて、前記メッセージ配列の配列要素を抽出するステップと

を有することを特徴とするデータ抽出方法。

16. メッセージ・データがメッセージ配列として表現され、前記メッセージ・データを含んだハイディング・データがハイディング配列として表現され、かつ前記ハイディング・データが分散して隠ぺいされているメディア・データがメディア配列として表現されていて、前記メディア配列中の特定の配列要素を指定する状態値に基づいて、前記メディア配列から前記メッセージ配列を抽出するデータ抽出方法において、

(a) j (j≧1) 番目の状態値を決定するステップと、

(b) 前記j番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素から、前記ハイディング配列の配列要素を抽出するステップと、

(c) 前記j番目の状態値と、抽出された前記ハイディング配列の配列要素に基づいて、(j－1) 番目の状態値を決定するステップと、

(d) 前記 (j－1) 番目の状態値が指定する前記メディア配列の配列要素及び抽出された前記ハイディング配列の配列要素に基づいて、前記メ

ッセージ配列の配列要素を抽出するステップと、

(e) 抽出終了条件を満たすまで、上記ステップ(a)乃至(c)を再帰的に実行するステップと

を有することを特徴とするデータ抽出方法。

１７．上記ステップ(a)において、抽出を開始する際に最初に用いる状態値は、抽出に必要な情報として抽出者に予め与えられていることを特徴とする請求項１５または１６に記載のデータ抽出方法。

１８．上記抽出を開始する際に最初に用いる状態値は、前記メッセージ配列を隠ぺいする際に生成された最後の状態値であることを特徴とする請求項１７に記載のデータ抽出方法。

１９．上記ステップ(c)において、前記（ｊ－１）番目の状態値は、前記ｊ番目の状態値と、当該ｊ番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素から抽出された前記ハイディング配列の配列要素が有するデータとの排他的論理和に基づいて、決定されることを特徴とする請求項１５または１６に記載のデータ抽出方法。

２０．抽出用位置変換関数を用意し、

上記ステップ(c)において、前記ｊ番目の状態値と、前記ｊ番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素から抽出された前記ハイディング配列の配列要素が有するデータとの排他的論理和を前記位置変換関数の入力とし、前記位置変換関数の出力を前記（ｊ－１）番目の状態値とすることを特徴とする請求項１５または１６に記載のデータ抽出方法。

２１．前記抽出用位置変換関数は、公開鍵方式における公開鍵をパラメータとした復号化関数であることを特徴とする請求項２０に記載のデータ抽出方法。

２２．上記ステップ(b)において、前記ハイディング配列の配列要素は、

前記（ｊ－１）番目の状態値により指定される前記メディア配列の配列要素と前記メッセージ配列の配列要素との排他的論理和であることを特徴とする請求項１５または１６に記載のデータ抽出方法。

２３．上記ステップ(b)において、前記ｊ番目の状態値が指定する前記メディア配列の配列要素に対応するピクセル・ブロックと、他のピクセル・ブロックとでペアを形成し、ペアを構成する前記ピクセル・ブロックの特性値の関係から、抽出規則に基づいて、隠ぺいされたデータを抽出することを特徴とする請求項１５または１６に記載のデータ・ハイディング方法。

２４．前記他のピクセル・ブロックは、ペアを構成する前記一のピクセル・ブロックに隣接していることを特徴とする請求項２３に記載のデータ抽出方法。

２５．前記抽出規則は、ペアを構成するそれぞれの前記ピクセル・ブロックが有する特性値の大小関係に基づいており、かつハイディング時における前記特性値の操作を規定した変換規則に対応していることを特徴とする請求項２３に記載のデータ抽出方法。

２６．前記特性値は、前記ピクセル・ブロックが有する輝度値であることを特徴とする請求項２５に記載のデータ抽出方法。

２７．前記特性値は、前記ピクセル・ブロックが有する分散値であることを特徴とする請求項２５に記載のデータ抽出方法。

２８．データをハイディングする際に用いられる、前記メッセージ配列の配列要素が有するデータに基づいて、最初の状態値を決定する初期関数を用意し、

(f) 上記ステップ(d)において、前記メッセージ配列の要素が抽出されるごとに、すでに抽出されたすべての前記メッセージ配列の配列要素が有するデータを前記初期関数の入力とし、前記初期関数の出力が前記（

ｊ－１）番目の状態値と一致することを前記抽出終了条件として判断するステップと

をさらに有することを特徴とする請求項１６に記載のデータ抽出方法。

２９．すでに抽出されたすべての前記メッセージ配列の配列要素が有するデータの排他的論理和を、前記初期関数の入力とすることを特徴とする請求項２８に記載のデータ抽出方法。

３０．ステップ(f)において、前記初期関数の出力が前記（ｊ－１）番目の状態値と一致する場合に抽出終了と認めることを特徴とする請求項２７に記載のデータ抽出方法。

３１．コマーシャル画像が記憶されている記憶装置と、

前記コマーシャル画像の放送回数をカウントするための情報を、前記コマーシャル画像に隠ぺいする符号化装置と、

前記情報が隠ぺいされた前記コマーシャル画像を放送する放送装置とを有し、

カウントするための前記情報が有するデータに基づいて、前記情報は、前記コマーシャル画像中に分散して隠ぺいされていることを特徴とする放送システム。

３２．前記情報を前記コマーシャル画像に隠ぺいする方法は、請求項１乃至１４のいずれか一に記載されたデータ・ハイディング方法であることを特徴とする請求項３１に記載の放送システム。

３３．コマーシャル画像中に前記コマーシャル画像の放送回数をカウントするための情報が隠ぺいされていて、係る前記コマーシャル画像を受信する受信装置と、

前記コマーシャル画像から前記情報を抽出する復号化装置と、

抽出された前記情報に基づいて、前記コマーシャル画像の放送回数をカウントするカウンタとを有し、

カウントするための前記情報が有するデータに基づいて、分散して隠ぺいされている前記情報の前記コマーシャル画像中の位置を特定して抽出することを特徴とする受信システム。

３４．前記情報を前記コマーシャル画像から抽出する方法は、請求項１５乃至３０のいずれか一に記載されたデータ抽出方法であることを特徴とする請求項３３に記載の受信システム。

３５．メディア・データが記憶された記憶手段と、

メッセージ・データを前記メディア・データに隠ぺいする符号化装置と、

前記記憶手段から読み出された前記メディア・データ中に、前記メッセージ・データを隠ぺいするように符号化装置を制御し、前記符号化装置の出力データをネットワークに送信するサーバーとを有し、

前記メッセージ・データの内容に基づいて、前記メッセージ・データは、前記メディア・データ中に分散して隠ぺいされていることを特徴とするネットワークにデータを送信するシステム。

３６．前記隠ぺいする方法は、請求項１乃至１４のいずれか一に記載されたデータ・ハイディング方法であることを特徴とする請求項３５に記載のネットワークにデータを送信するシステム。

３７．メッセージ・データが隠ぺいされているメディア・データをネットワークから受信する受信装置と、

前記メディア・データから前記メッセージ・データを抽出する復号化装置とを有し、

前記メッセージ・データの内容に基づいて、分散して隠ぺいされている前記メッセージ・データの前記メディア・データ中の位置を特定して抽出することを特徴とするネットワークからデータを受信するシステム。

３８．前記抽出する方法は、請求項１５乃至３０のいずれか一に記載されたデータ抽出方法であることを特徴とする請求項３７に記載のネットワークからデータを受信するシステム。

３９．第１のデータが第１の配列として表現されると共に、第２のデータが第２の配列として表現されており、前記第１の配列中の特定の配列要素を指定する状態値に基づいて、前記第２の配列要素を分散して前記第１の配列に隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、

(a) j（j≧0）番目の状態値を決定するステップと、

(b) 前記j番目の状態値と、当該j番目の状態値により指定される前記第１の配列の配列要素と、前記第２の配列の配列要素とに基づいて、（j＋１）番目の状態値を決定するステップと、

(c) 前記（j＋１）番目の状態値が指定する前記第１の配列の配列要素に対して、データを隠ぺいするステップと

を有することを特徴とするデータ・ハイディング方法。

４０．第２のデータが第２の配列として表現され、前記第２のデータを含んだ第３のデータが第３の配列として表現され、かつ前記第３のデータが分散して隠ぺいされている第１のデータが第１の配列として表現されていて、前記第１の配列中の特定の配列要素を指定する状態値に基づいて、前記第１の配列から前記第２の配列を抽出するデータ抽出方法において、

(a) j（j≧1）番目の状態値を決定するステップと、

(b) 前記j番目の状態値により指定される前記第１の配列の配列要素から、前記第３の配列の配列要素を抽出するステップと、

(c) 前記j番目の状態値と、抽出された前記第３の配列の配列要素に基づいて、（j－１）番目の状態値を決定するステップと、

(d) 前記（j－１）番目の状態値が指定する前記第１の配列の配列要素

及び抽出された前記第３の配列の配列要素に基づいて、前記第２の配列の配列要素を抽出するステップと

を有することを特徴とするデータ抽出方法。

４１．メディア・データにデータを隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、

前記メッセージ・データ中に、前記メッセージ・データ及び前記メディア・データの基準位置に関する情報を隠ぺいし、

前記基準位置に関する情報は、前記メッセージ・データ中に隠ぺいされていて、かつ、前記メッセージ・データの一部分が部分メッセージ・データとして切り取られた場合においても、前記部分メッセージ・データから、本来のメッセージ・データの前記基準位置または前記基準位置に基づく相対的な位置を検出できる情報である

ことを特徴とするデータ・ハイディング方法。

４２．前記基準位置に関する情報は、前記基準位置を中心とした描かれた同心円弧であることを特徴とする請求項４１に記載のデータ・ハイディング方法。

４３．メディア・データ中にメッセージ・データを隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、

(a) メッセージ・データを隠ぺいすべき一のブロックをメディア・データ中において特定するステップと、

(b) 特定された前記一のブロックの特性値を求めるステップと、

(c) 隠ぺいすべきデータの内容を、特性値の基準を与える基準値と前記ブロックの特性値との大小関係に対応づけた変換規則を参照して、前記一のブロックの特性値を操作することによりメッセージ・データを隠ぺいするステップと

を有することを特徴とするデータ・ハイディング方法。

４４．前記基準値は、メディア・データ中に存在する他のブロックの特性値により与えらることを特徴とする請求項４３に記載のデータ・ハイディング方法。

４５．メディア・データ中にメッセージ・データを隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、

(a) 一のブロック及び他のブロックとで構成されるペアを、メディア・データ中において特定するステップと、

(b) 前記ペアを構成するそれぞれの前記ブロックの特性値を求めるステップと、

(c) 求められた前記特性値の大小関係を比較して、変換規則に基づいて、前記ペアを構成するそれぞれの前記ブロックの特性値を操作することにより、メッセージ・データ中の一部のデータを隠ぺいするステップと、

(d) 全てのメッセージ・データを隠ぺいするために、上記のステップ(a)乃至(c)を繰り返し実行するステップと

を有することを特徴とするデータ・ハイディング方法。

４６．メディア・データ中にメッセージ・データを隠ぺいするデータ・ハイディング方法において、

(a) 一のブロック及び他のブロックとでペアを構成されるペアを、メディア・データ中において特定するステップと、

(b) 前記ペアを構成するそれぞれの前記ブロックの特性値を求めるステップと、

(c) 求められた前記特性値の大小関係を規定した変換規則に基づいて、前記ペアを構成するそれぞれの前記ブロックの特性値を入れ替えることにより、メッセージ・データを隠ぺいするステップと

を有することを特徴とするデータ・ハイディング方法。

４７．前記他のブロックは、ペアを構成する前記一のブロックに隣接し

ていることを特徴とする請求項４４、４５または４６に記載のデータ・ハイディング方法。

４８．前記変換規則は、前記一のブロックの特性値が前記他のブロックの特性値よりも大きい場合、一方のビットが隠ぺいされていると規定し、逆の場合には、他方のビットが隠ぺいされていると規定することを特徴とする請求項４４、４５または４６に記載のデータ・ハイディング方法。

４９．前記一のブロックの特性値と前記他のブロックの特性値との差が第１の閾値より大きい場合には、上記ステップ(c)の実行を禁止するステップとをさらに有し、これによりメディア・データの品質の劣化を抑制することを特徴とする請求項４４、４５または４６に記載のデータ・ハイディング方法。

５０．前記一のブロックの特性値と前記他のブロックの特性値との差が第２の閾値より小さい場合には、上記ステップ(c)の実行を禁止するステップとをさらに有し、これによりメッセージ・データの抽出精度の低下を抑制することを特徴とする請求項４４、４５または４６に記載のデータ・ハイディング方法。

５１．前記ブロックはピクセル・ブロックであり、前記特性値は前記ピクセル・ブロックの輝度値であることを特徴とする請求項４４、４５または４６に記載のデータ・ハイディング方法。

５２．前記ブロックはピクセル・ブロックであり、前記特性値は前記ピクセル・ブロックの分散値であることを特徴とする請求項４３、４５または４６に記載のデータ・ハイディング方法。

５３．メッセージ・データが隠ぺいされたメディア・データ中からメッセージ・データを抽出するデータ抽出方法において、

(a) メッセージ・データが隠ぺいされている一のブロックをメディア・

データ中において特定するステップと、

(b) 特定された前記一のブロックの特性値を求めるステップと、

(c) 特性値の基準を与える基準値と前記ブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を参照して、前記一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出するステップと

を有することを特徴とするデータ抽出方法。

５４．前記基準値は、メディア・データ中に存在し、かつ前記一のブロックとは異なる他のブロックに関する特性値であることを特徴とする請求項５３に記載のデータ抽出方法。

５５．メッセージ・データが隠ぺいされたメディア・データ中からメッセージ・データを抽出するデータ抽出方法において、

(a) メッセージ・データが隠ぺいされている、一のブロック及び他のブロックのペアを、メディア・データ中において特定するステップと、

(b) 前記ペアを構成するそれぞれの前記ブロックの特性値を求めるステップと、

(c) 前記ペアを構成するそれぞれの前記ブロックの特性値の大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を参照して、それぞれの前記ブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出するステップと

を有することを特徴とするデータ抽出方法。

５６．前記他のブロックは、ペアを構成する前記一のブロックに隣接していることを特徴とする請求項５４または５５に記載のデータ抽出方法。

５７．前記変換規則は、前記一のブロックの特性値が前記他のブロックの特性値よりも大きい場合、一方のビットを抽出すると規定し、逆の場

合には、他方のビットを抽出すると規定することを特徴とする請求項５４または５５に記載のデータ抽出方法。

５８．前記変換規則は、ペアを構成する前記一のブロック及び前記他のブロックの特性値の差が所定の閾値より小さい場合には、当該ペアにはメディア・データが隠ぺいされていないと判断することを特徴とする請求項５４または５５に記載のデータ抽出方法。

５９．前記ブロックはピクセル・ブロックであり、前記特性値は前記ピクセル・ブロックの輝度値であることを特徴とする請求項５３または５５に記載のデータ抽出方法。

６０．前記ブロックはピクセル・ブロックであり、前記特性値は前記ピクセル・ブロックの分散値であることを特徴とする請求項５３または５５に記載のデータ抽出方法。

６１メッセージ・データが隠ぺいされたメディア・データ中から隠ぺいされたメッセージ・データを抽出するデータ抽出システムにおいて、

メッセージ・データが隠ぺいされた、アナログ信号としてのメッセージ・データをデジタル信号に変換して、出力する変換手段と、

前記変換手段の出力としてのメディア・データ中において、メッセージ・データが隠ぺいされている一のブロックを特定する特定手段と、

前記特定手段により特定された前記一のブロックの特性値を求める特性値計算手段と、

特性値の基準を与える基準値と前記ブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を記憶する記憶手段と、

前記変換規則を参照して、前記一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出する抽出手段と

を有することを特徴とするデータ抽出システム。

６２．前記基準値は、メディア・データ中に存在し、かつ前記一のブロ

ックとは異なる他のブロックに関する特性値であることを特徴とする請求項６１に記載のデータ抽出システム。

６３．前記変換規則は、前記一のブロックの特性値が前記他のブロックの特性値よりも大きい場合、一方のビットを抽出すると規定し、逆の場合には、他方のビットを抽出すると規定することを特徴とする請求項６１に記載のデータ抽出システム。

６４．メッセージ・データが隠ぺいされたメディア・データ中からメッセージ・データを抽出する半導体集積回路において、

入力信号としてのメディア・データにおいて、メッセージ・データが隠ぺいされているものとして特定された一のブロックに関して特性値を求める手段と、

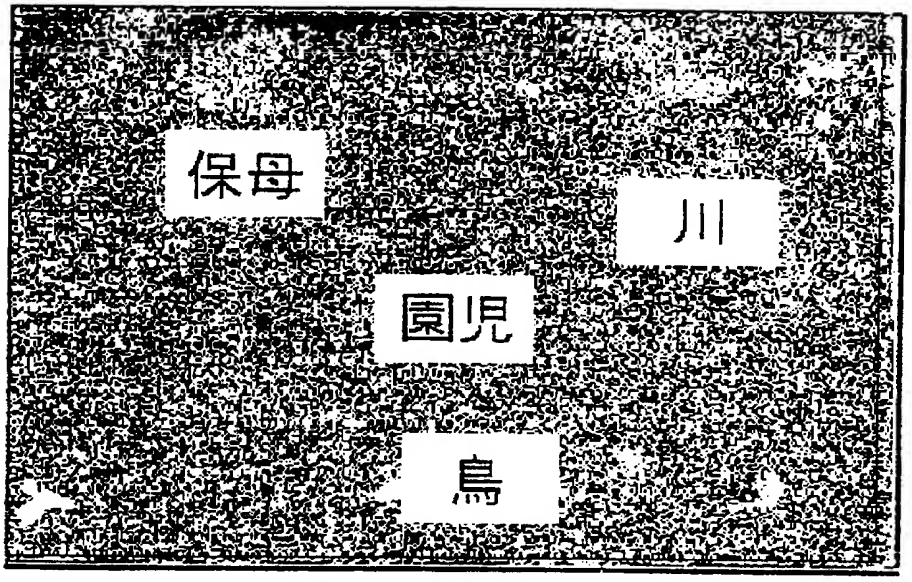
特性値の基準を与える基準値とブロックの特性値との大小関係を、抽出すべきデータの内容に対応づけた変換規則を参照して、前記一のブロックの特性値に応じて、隠ぺいされているメッセージ・データを抽出する抽出手段と

を有することを特徴とする半導体集積回路。

６５．前記基準値は、メディア・データ中に存在し、かつ前記一のブロックとは異なる他のブロックに関する特性値であることを特徴とする請求項６４に記載の半導体集積回路。

６６．前記変換規則は、前記一のブロックの特性値が前記他のブロックの特性値よりも大きい場合、一方のビットを抽出すると規定し、逆の場合には、他方のビットを抽出すると規定することを特徴とする請求項６５に記載の半導体集積回路。

(a)




(b)

FIG. 1

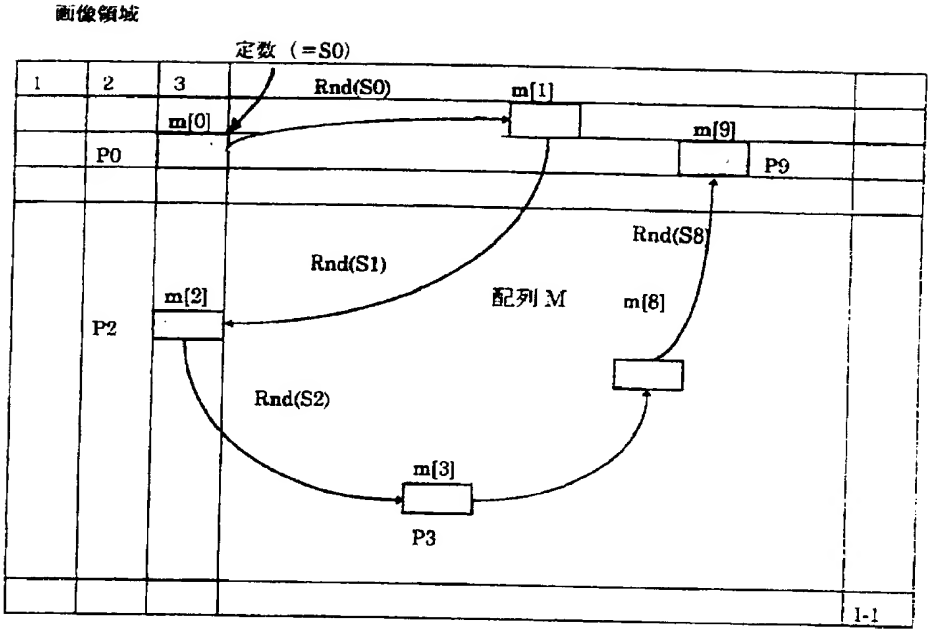

画像領域
定数（=S0）
1
2
3
Rnd(S0)
m[1]
m[0]
m[9]
P0
P9
Rnd(S8)
Rnd(S1)
m[2]
配列 M
m[8]
P2
Rnd(S2)
m[3]
P3
1-1

FIG. 2

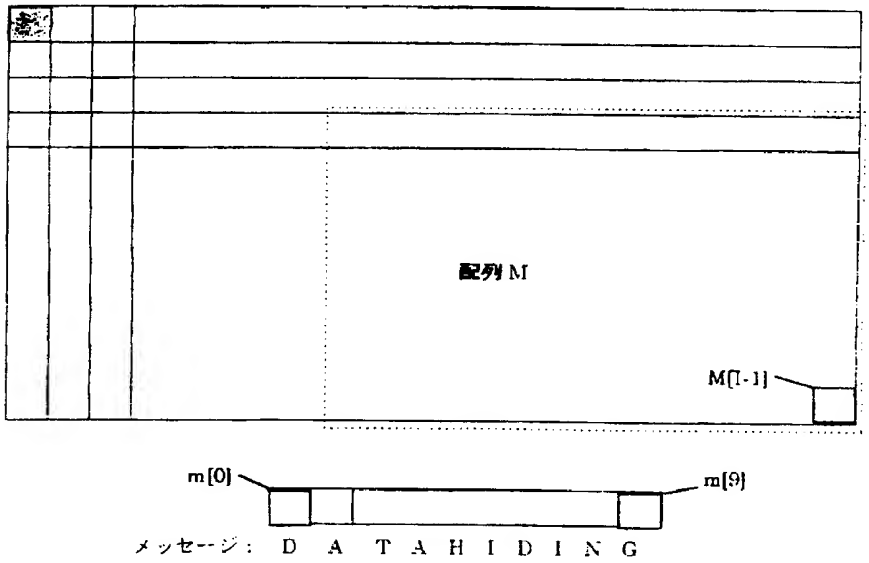

配列 M
M[I-1]
m[0]
m[9]
メッセージ： D A T A H I D I N G

FIG. 3

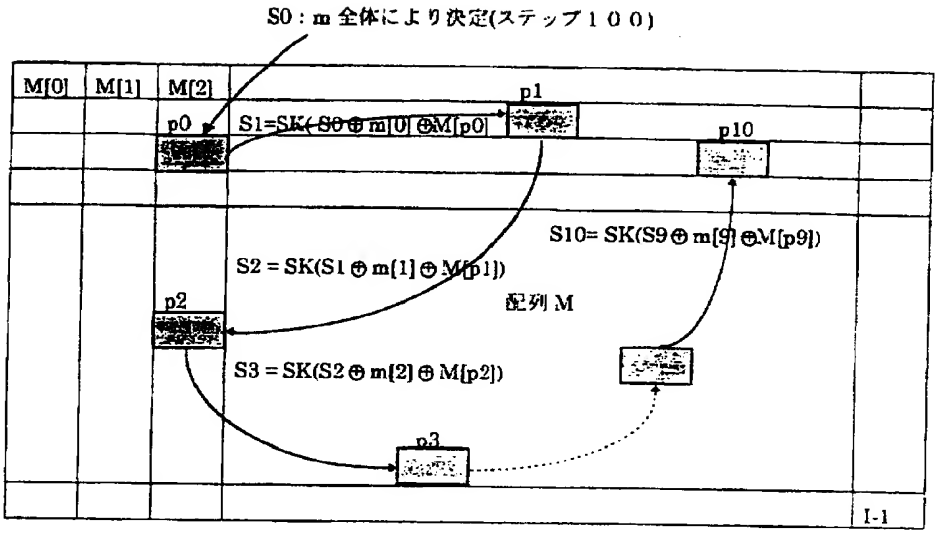

S0：m 全体により決定(ステップ１００)
M[0]
M[1]
M[2]
p0
S1=SK(S0⊕m[0]⊕M[p0]
p1
p10
S10= SK(S9⊕m[9]⊕M[p9])
S2 = SK(S1⊕m[1]⊕M[p1])
配列 M
p2
S3 = SK(S2⊕m[2]⊕M[p2])
p3
I-1

FIG. 4

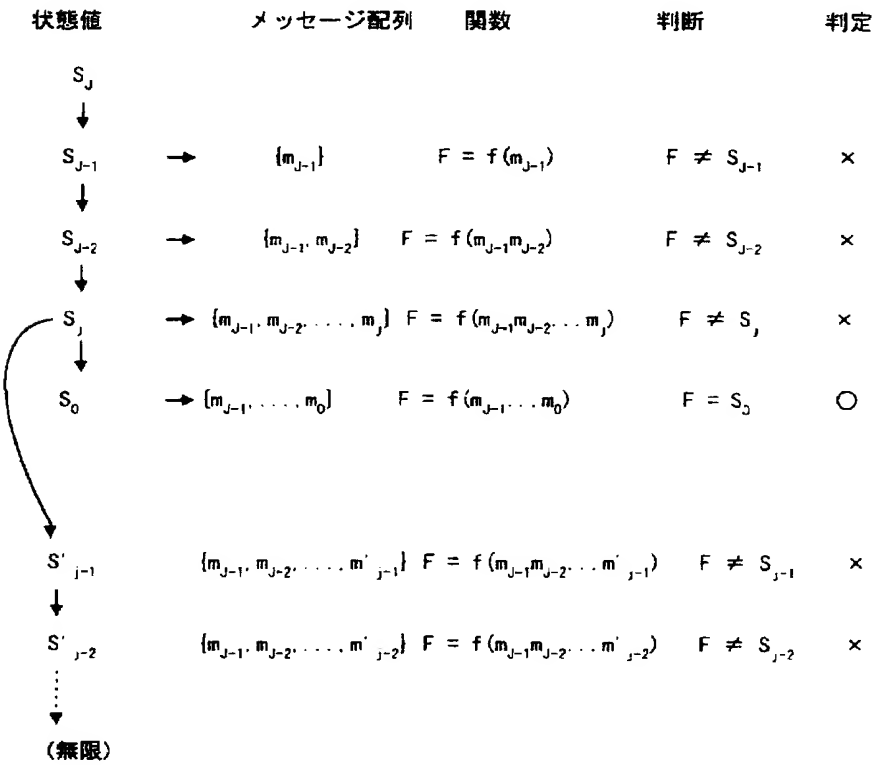

状態値
メッセージ配列
関数
判断
判定
$S_J$
$S_{J-1}$ → $\{m_{J-1}\}$ $F = f(m_{J-1})$ $F \neq S_{J-1}$ ×
$S_{J-2}$ → $\{m_{J-1}, m_{J-2}\}$ $F = f(m_{J-1}m_{J-2})$ $F \neq S_{J-2}$ ×
$S_j$ → $\{m_{J-1}, m_{J-2}, \ldots, m_j\}$ $F = f(m_{J-1}m_{J-2}\ldots m_j)$ $F \neq S_j$ ×
$S_0$ → $\{m_{J-1}, \ldots, m_0\}$ $F = f(m_{J-1}\ldots m_0)$ $F = S_0$ ○
$S'_{j-1}$ $\{m_{J-1}, m_{J-2}, \ldots, m'_{j-1}\}$ $F = f(m_{J-1}m_{J-2}\ldots m'_{j-1})$ $F \neq S_{j-1}$ ×
$S'_{j-2}$ $\{m_{J-1}, m_{J-2}, \ldots, m'_{j-2}\}$ $F = f(m_{J-1}m_{J-2}\ldots m'_{j-2})$ $F \neq S_{j-2}$ ×
(無限)

FIG. 10

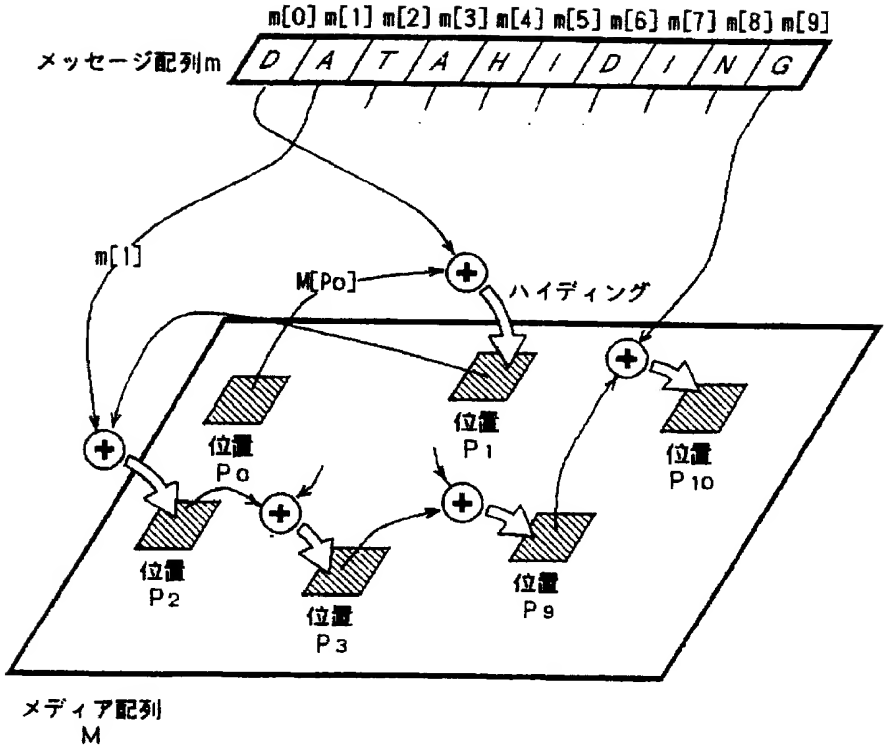

m[0] m[1] m[2] m[3] m[4] m[5] m[6] m[7] m[8] m[9]
メッセージ配列m
D A T A H I D I N G
m[1]
M[Po]
ハイディング
位置 Po
位置 P1
位置 P10
位置 P2
位置 P3
位置 P9
メディア配列 M

FIG. 5

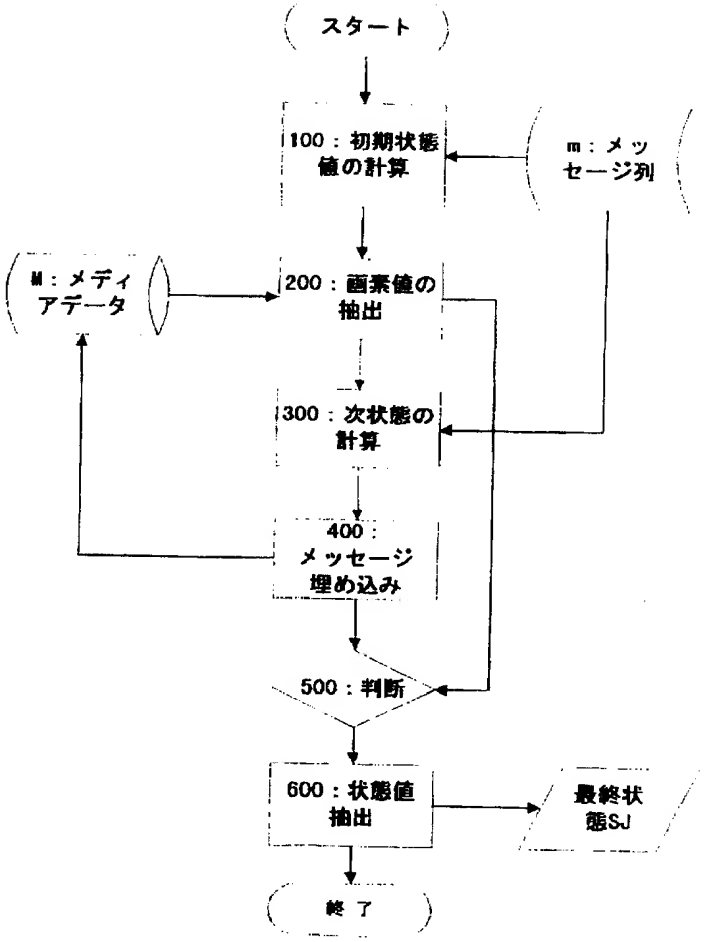

スタート
100：初期状態値の計算
m：メッセージ列
M：メディアデータ
200：画素値の抽出
300：次状態の計算
400：メッセージ埋め込み
500：判断
600：状態値抽出
最終状態SJ
終了

FIG. 6

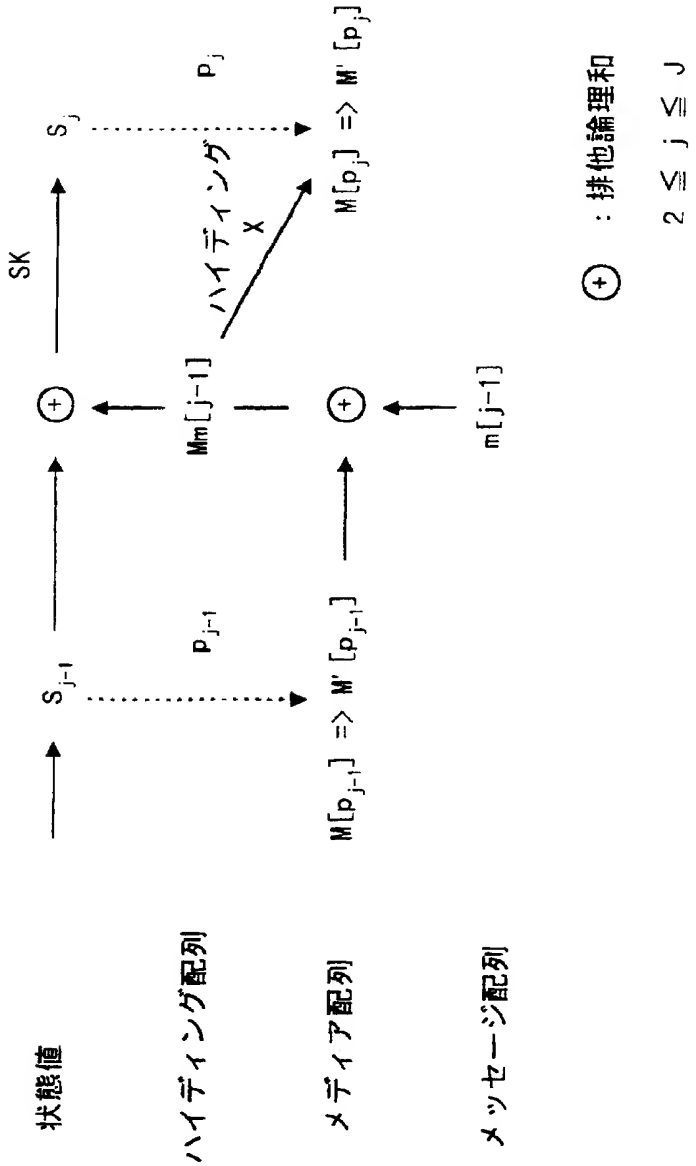

状態値
ハイディング配列
メディア配列
メッセージ配列
$S_{j-1}$
$P_{j-1}$
$M[p_{j-1}] \Rightarrow M'[p_{j-1}]$
m[j-1]
Mm[j-1]
SK
$S_j$
$P_j$
ハイディング X
$M[p_j] \Rightarrow M'[p_j]$
⊕ ：排他論理和
$2 \leqq j \leqq J$

FIG. 7

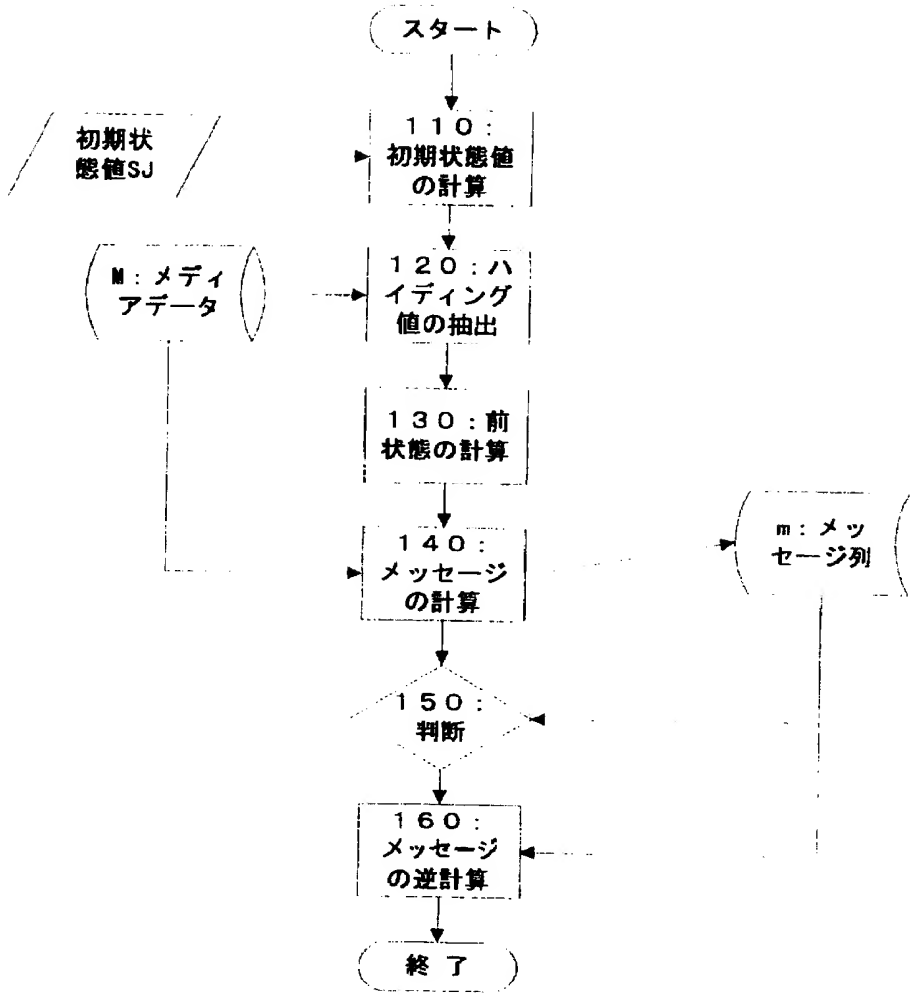

スタート
初期状態値SJ
１１０：初期状態値の計算
M：メディアデータ
１２０：ハイディング値の抽出
１３０：前状態の計算
m：メッセージ列
１４０：メッセージの計算
１５０：判断
１６０：メッセージの逆計算
終了

FIG. 8

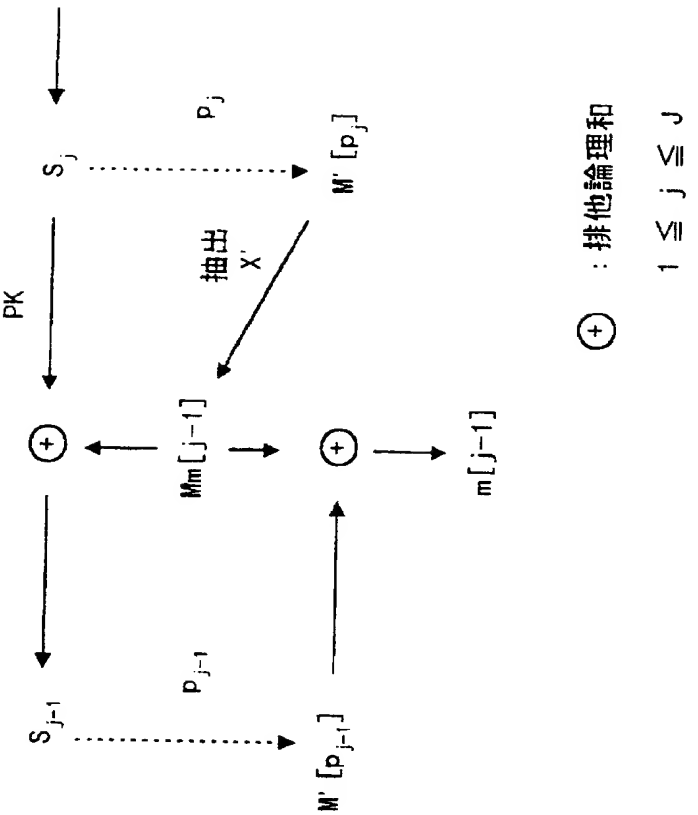

状態値
ハイディング配列
メディア配列
メッセージ配列
PK
抽出
X'
Mm[j−1]
m[j−1]
M' [p_j]
M' [p_j−1]
S_j
S_j−1
p_j
p_j−1
⊕ ：排他論理和
1 ≦ j ≦ J

FIG. 9

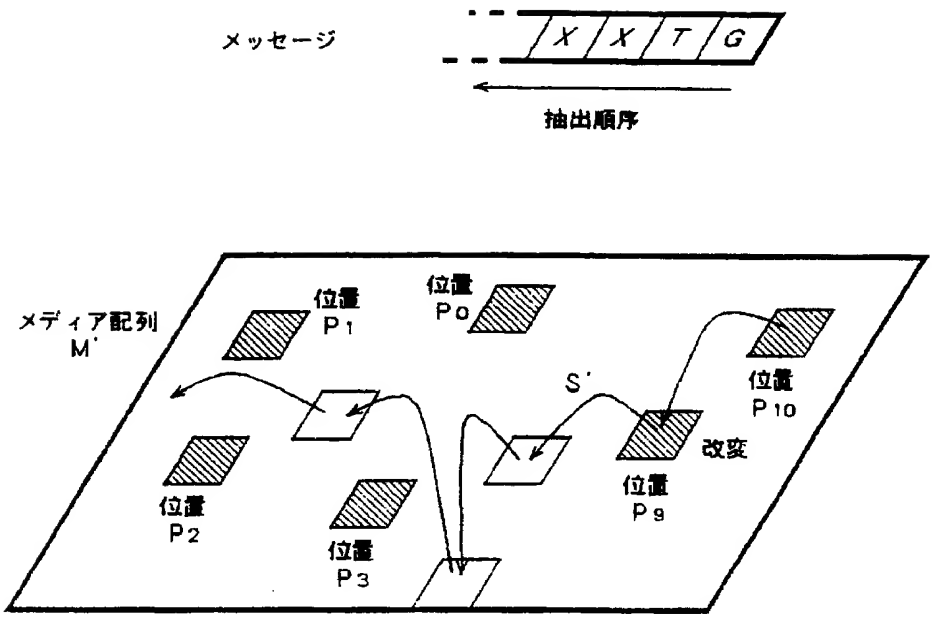



FIG. 11

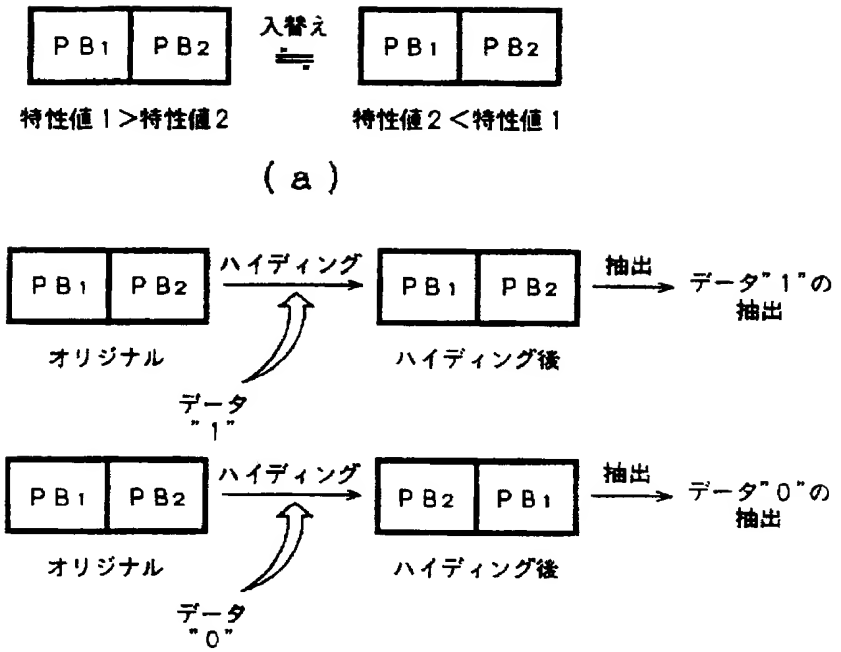

PB1
PB2
入替え
PB1
PB2
特性値1＞特性値2
特性値2＜特性値1
(a)
PB1
PB2
ハイディング
PB1
PB2
抽出
データ"1"の抽出
オリジナル
ハイディング後
データ"1"
PB1
PB2
ハイディング
PB2
PB1
抽出
データ"0"の抽出
オリジナル
ハイディング後
データ"0"
(b)
h1
d1
d2
交換
h2
d2
d1
(c)

FIG. 12

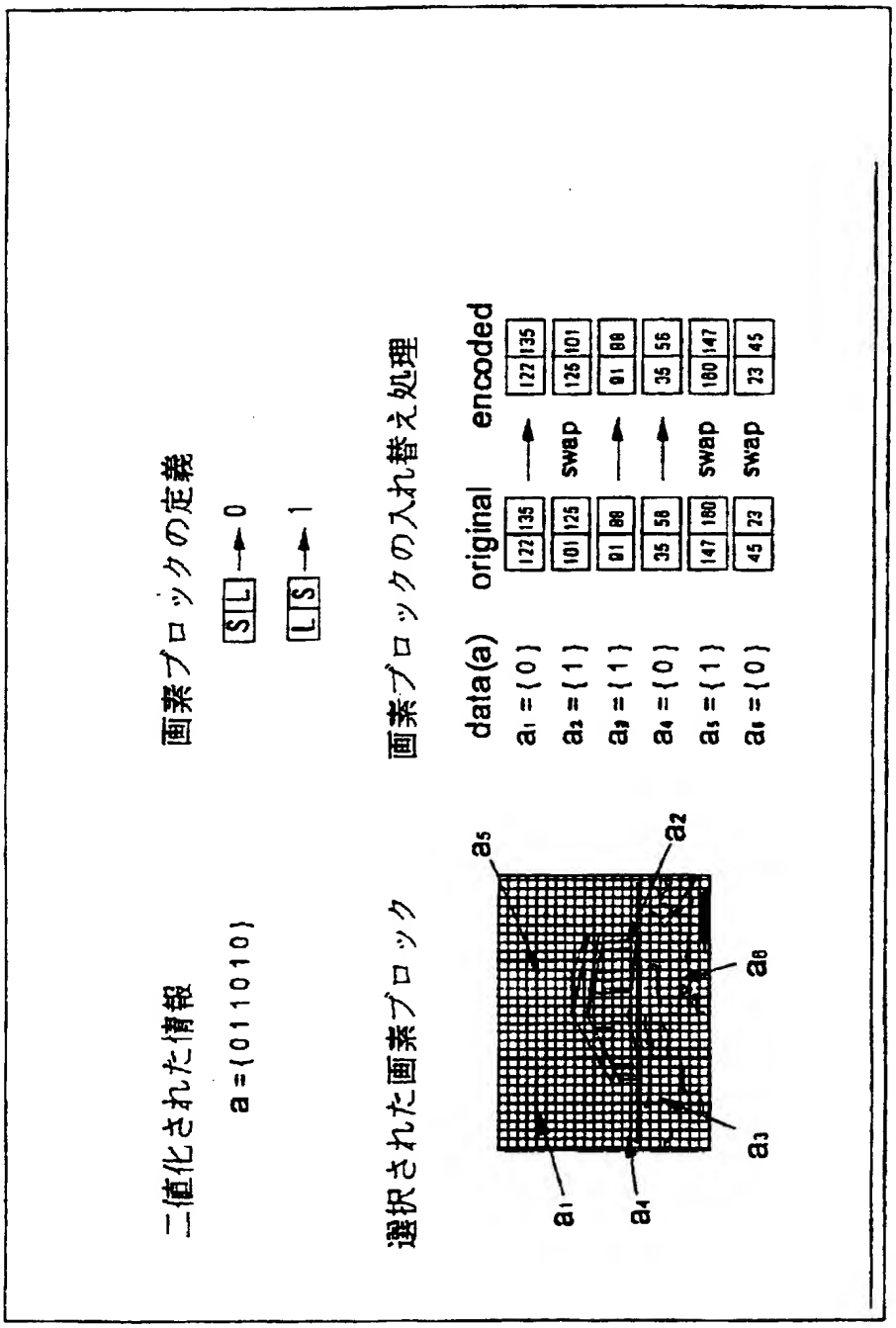

二値化された情報
a={0110101}
画素ブロックの定義
SL → 0
LIS → 1
選択された画素ブロック
画素ブロックの入れ替え処理
data(a)
original
encoded
a1={0}
a2={1}
a3={1}
a4={0}
a5={1}
a6={0}
122 135
101 125
91 86
35 56
147 180
45 23
swap
swap
swap
a1
a2
a3
a4
a5
a6

FIG. 13

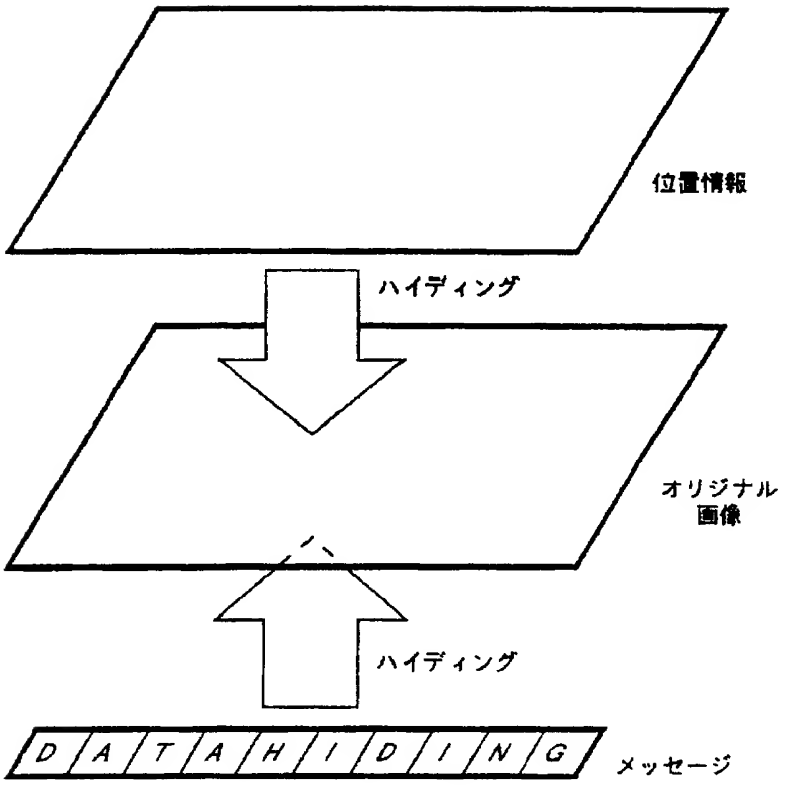



FIG. 14

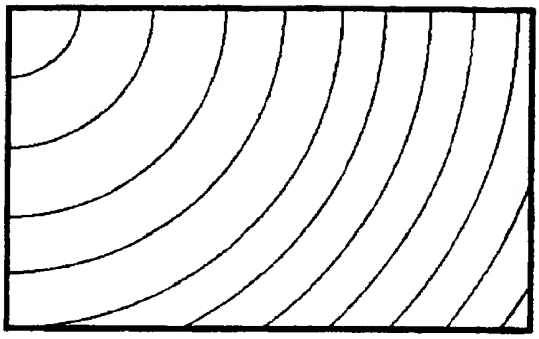


FIG. 15

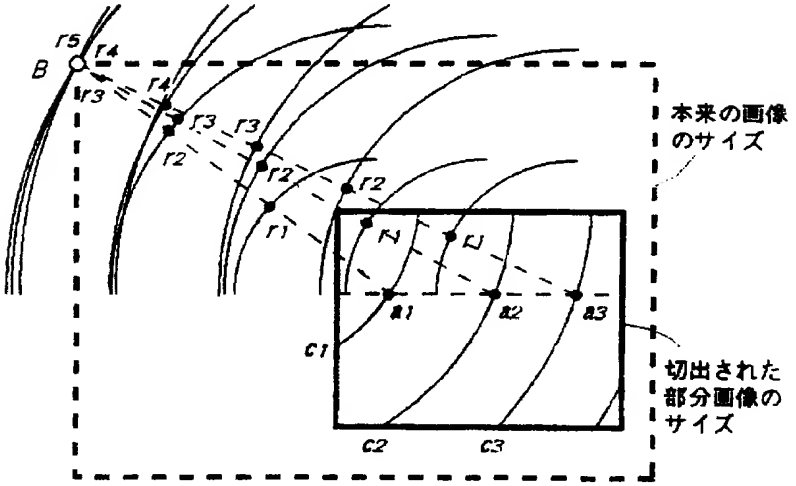

r5
r4
B
r3
r4
r3
r3
r2
r2
r2
r1
r2
A
A
a1
a2
a3
c1
c2
c3
本来の画像
のサイズ
切出された
部分画像の
サイズ

FIG. 16

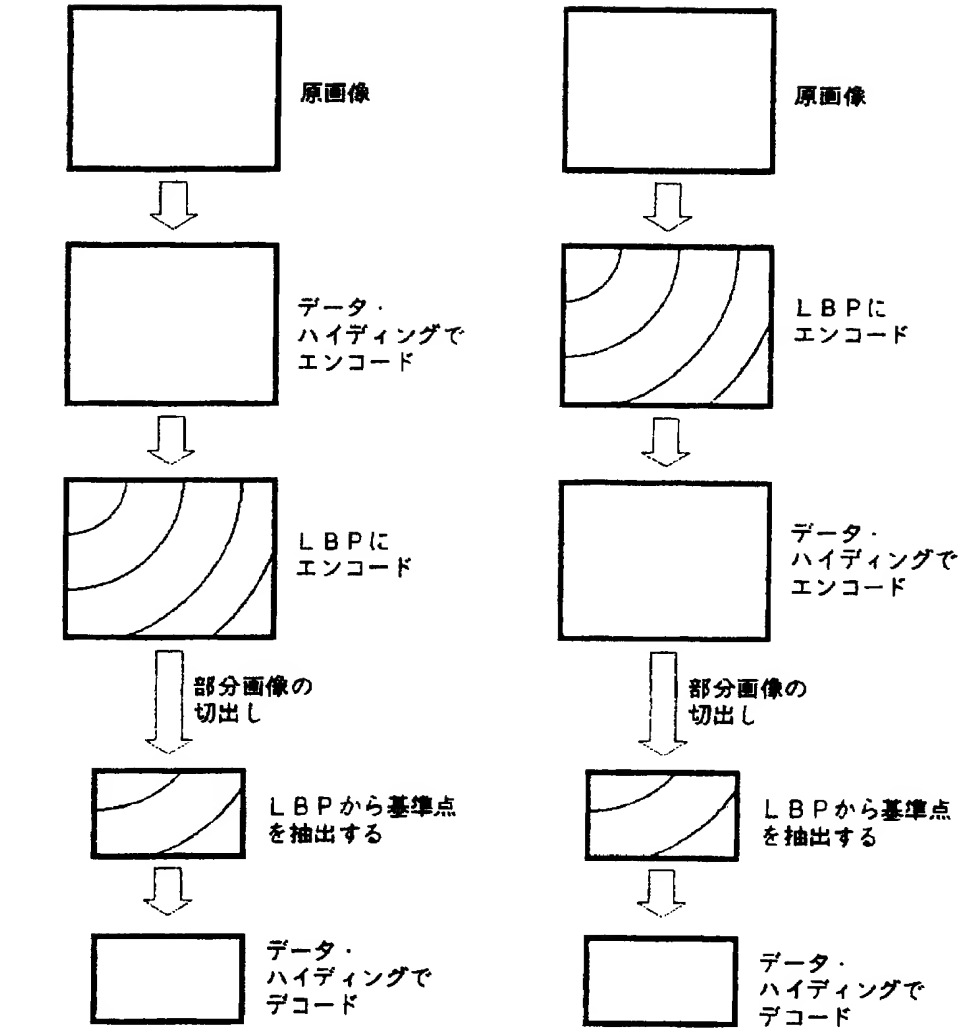

原画像
データ・
ハイディングで
エンコード
ＬＢＰに
エンコード
部分画像の
切出し
ＬＢＰから基準点
を抽出する
データ・
ハイディングで
デコード
（ａ）データ・ハイディング
⇒同心円埋め込み
原画像
ＬＢＰに
エンコード
データ・
ハイディングで
エンコード
部分画像の
切出し
ＬＢＰから基準点
を抽出する
データ・
ハイディングで
デコード
（ｂ）同心円埋め込み
⇒データ・ハイディング

FIG. 17

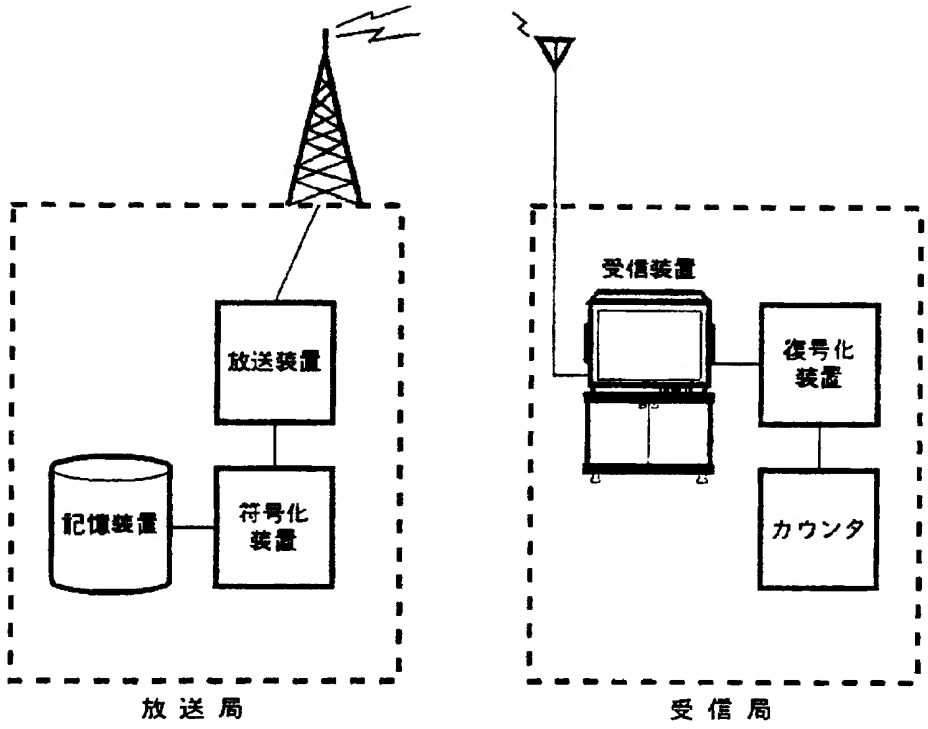

放送装置
記憶装置
符号化装置
放送局
受信装置
復号化装置
カウンタ
受信局

FIG. 18

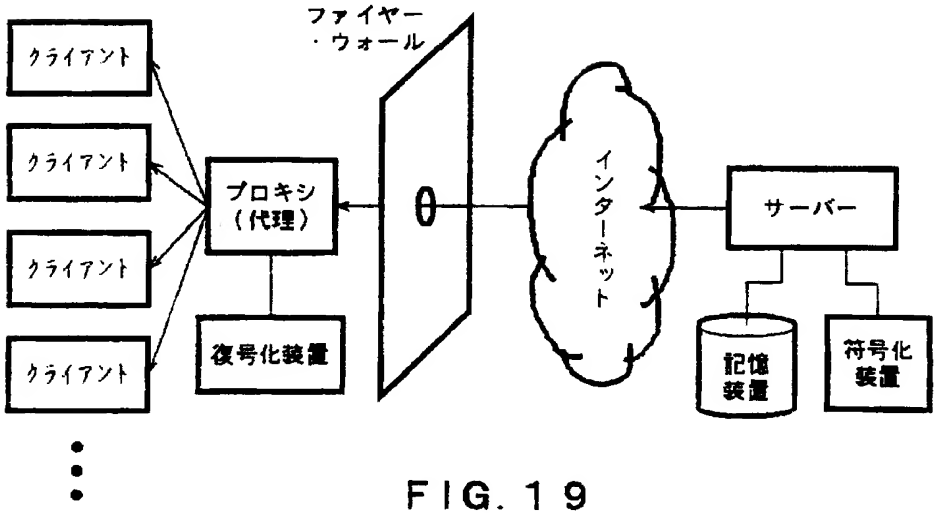

ファイヤー・ウォール
クライアント
クライアント
クライアント
クライアント
プロキシ（代理）
復号化装置
インターネット
サーバー
記憶装置
符号化装置

FIG. 19

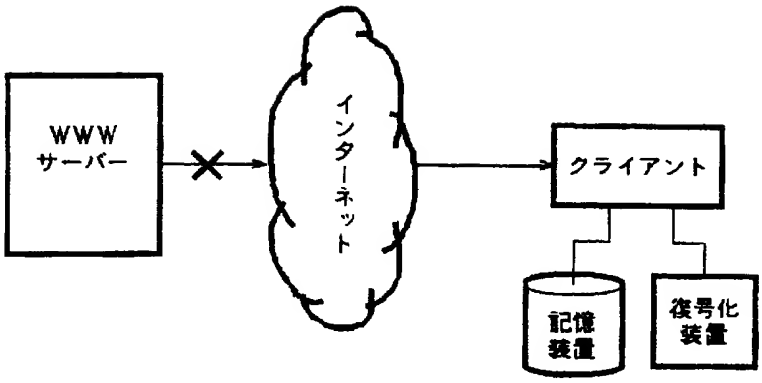

WWW
サーバー
インターネット
クライアント
記憶
装置
復号化
装置

FIG. 20

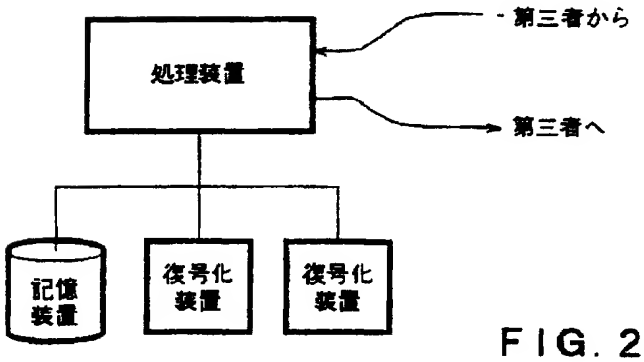

第三者から
処理装置
第三者へ
記憶
装置
復号化
装置
復号化
装置

FIG. 21

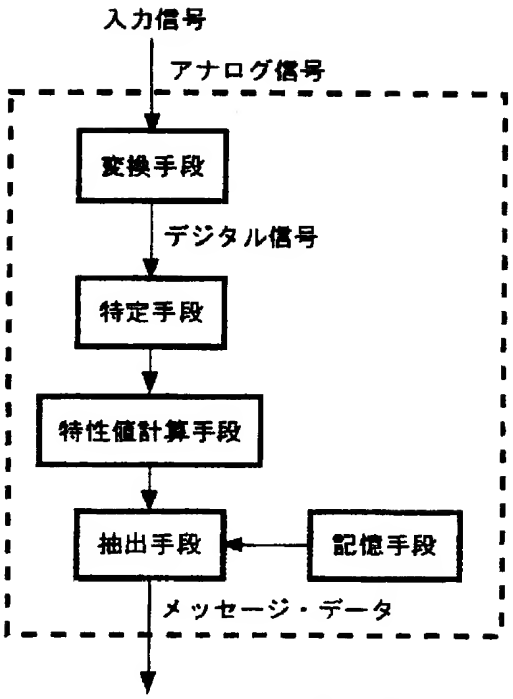

入力信号
アナログ信号
変換手段
デジタル信号
特定手段
特性値計算手段
抽出手段
記憶手段
メッセージ・データ

FIG. 22

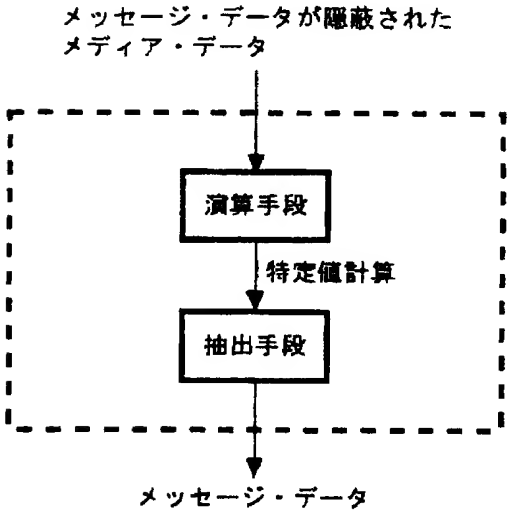

メッセージ・データが隠蔽された
メディア・データ
演算手段
特定値計算
抽出手段
メッセージ・データ

FIG. 23

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP97/00395

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl$^6$ H04N1/387

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl$^6$ H04N1/00-1/64, G06T1/00-17/50, G09C5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP, 6-22119, A (Minolta Camera Co., Ltd.), January 28, 1994 (28. 01. 94)(Family: none) | 1 - 66 |
| A | JP, 7-123244, A (Toshiba Corp.), May 12, 1995 (12. 05. 95) & EP, 642060, A | 1 - 66 |
| A | JP, 63-214067, A (Toyo Communication Equipment Co., Ltd.), September 6, 1988 (06. 09. 88)(Family: none) | 1 - 66 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
April 28, 1997 (28. 04. 97)

Date of mailing of the international search report
May 13, 1997 (13. 05. 97)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP97／00395

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6] H04N1／387

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6] H04N1／00－1／64, G06T1／00－17／50, G09C5／00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　1926－1997年
日本国公開実用新案公報　1971－1997年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求の範囲の番号 |
|---|---|---|
| A | JP, 6－22119, A（ミノルタカメラ株式会社）, 28. 1月. 1994（28. 01. 94）（ファミリーなし） | 1－66 |
| A | JP, 7－123244, A（株式会社東芝）, 12. 5月. 1995（12. 05. 95）&EP, 642060, A | 1－66 |
| A | JP, 63－214067, A（東洋通信機株式会社）, 6. 9月. 1988（06. 09. 88）（ファミリーなし） | 1－66 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 28. 04. 97 | 13.05.97 |

| 国際調査機関の名称及びあて先 | 特許庁審査官（権限のある職員） | | |
|---|---|---|---|
| 日本国特許庁（ISA／JP）<br>郵便番号100<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 乾　雅浩 | 5C | 9562 |
| | 電話番号　03－3581－1101　内線　3543 | | |

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（1992年7月）